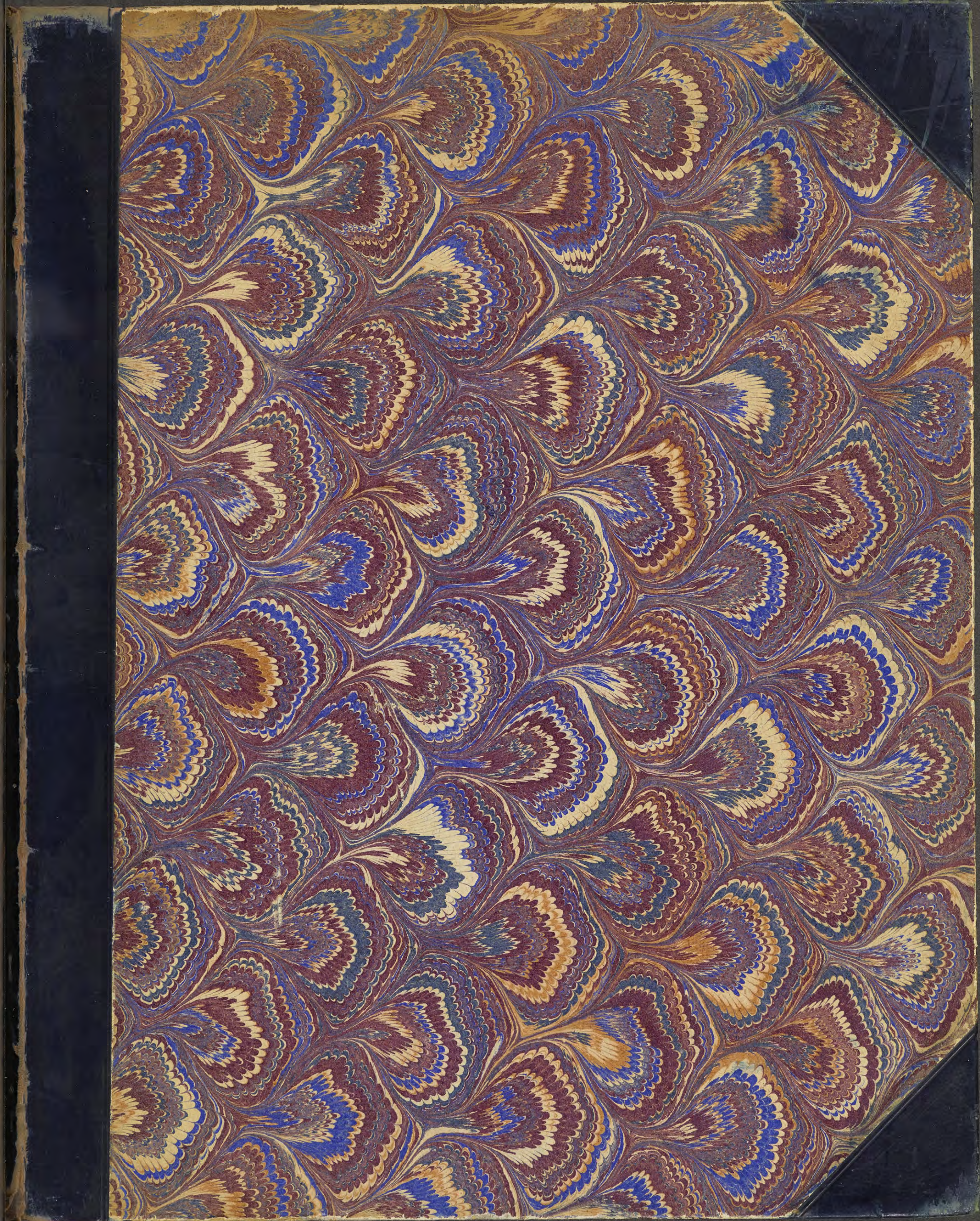
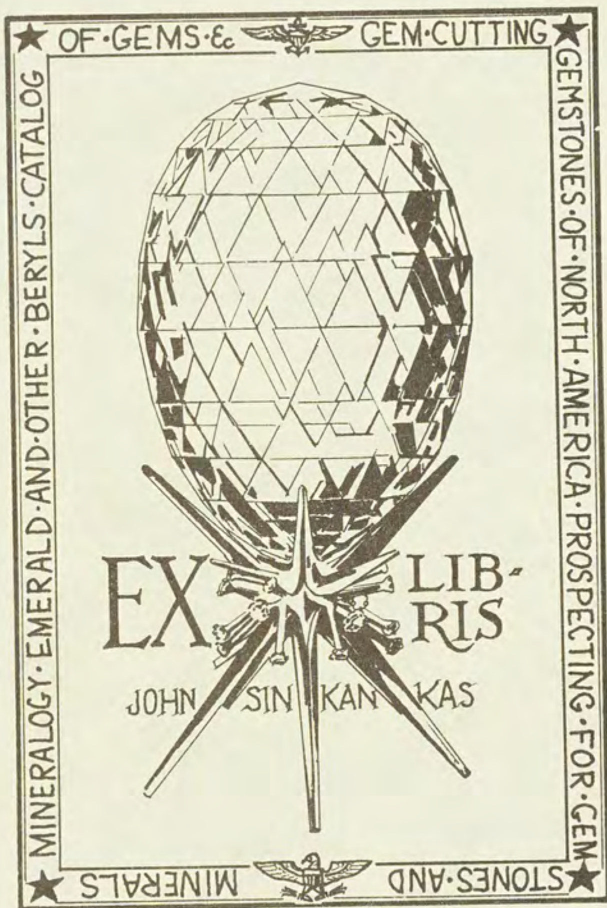


28⁰⁰ 1/12/73
Cat W&W

£10

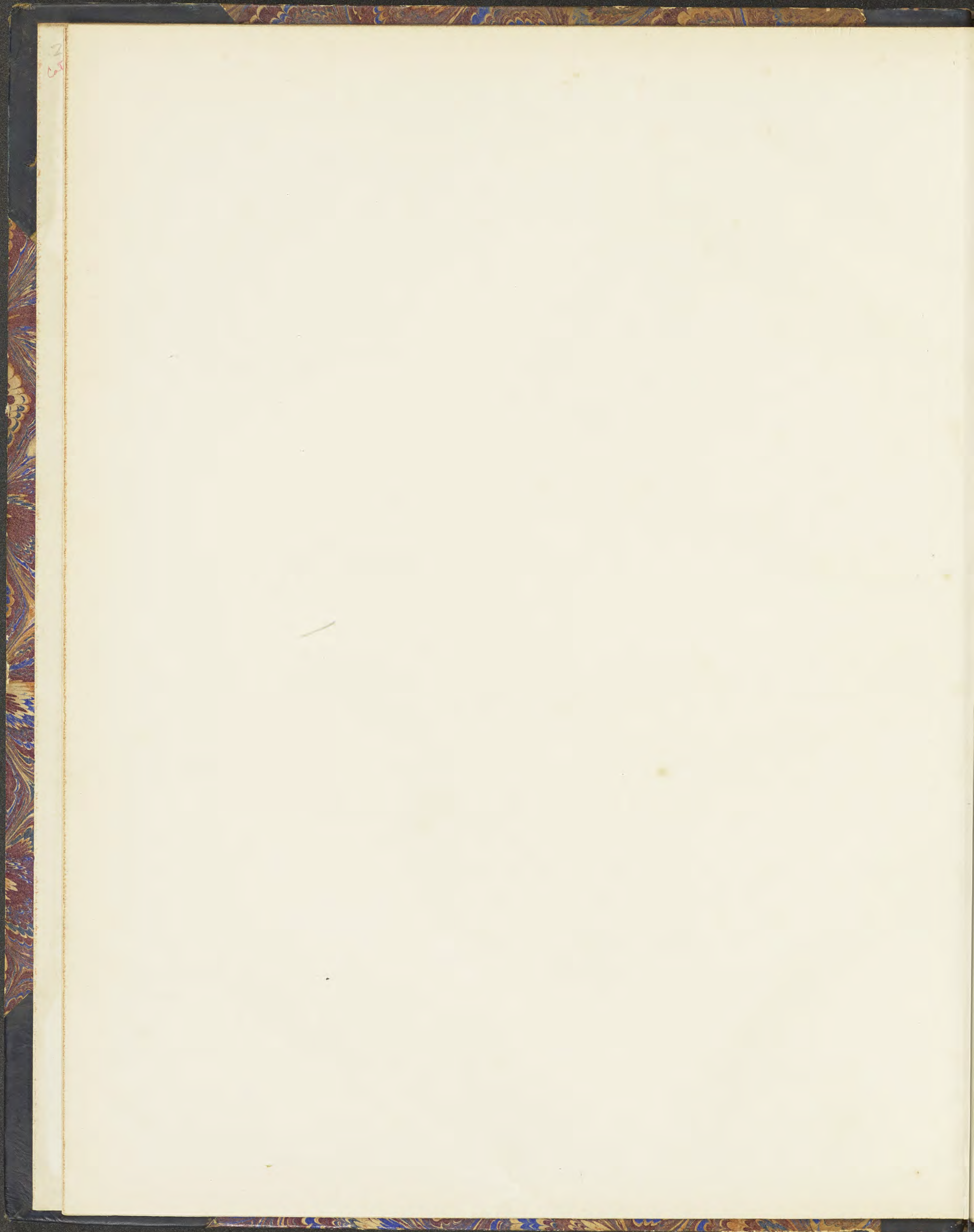


Professor Cl. Reid
with compliments of
H. Conwentz.

MONOGRAPHIE

DER

BALTISCHEN BERNSTEINBÄUME.



MONOGRAPHIE

DER

BALTISCHEN BERNSTEINBÄUME.



VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE VEGETATIONSORGANE UND BLÜTEN, SOWIE ÜBER DAS HARZ UND DIE KRANKHEITEN DER BALTISCHEN BERNSTEINBÄUME

VON

H. CONWENTZ.



MIT ACHTZEHN LITHOGRAPHISCHEN TAFELN IN FARBENDRUCK.

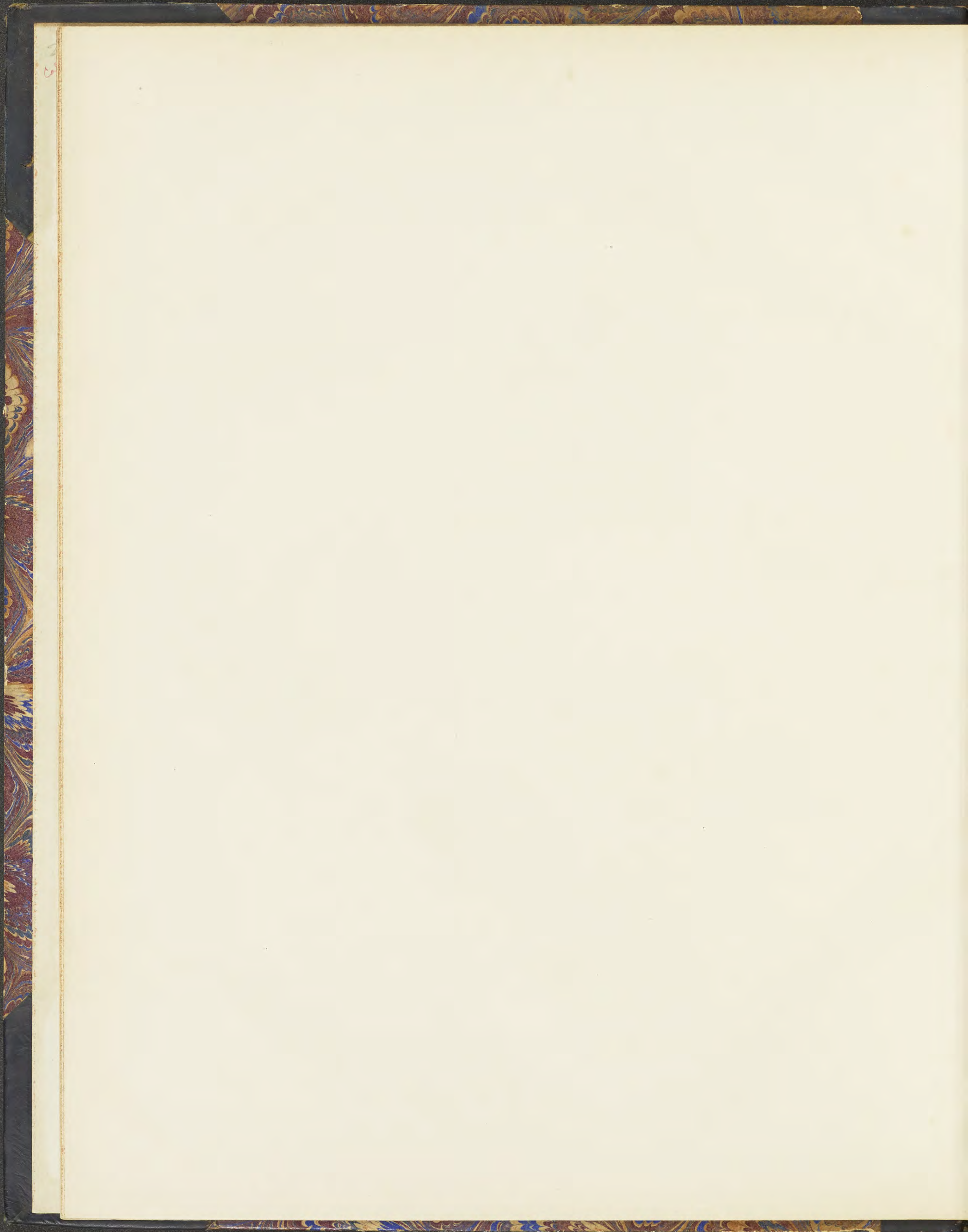


MIT UNTERSTÜTZUNG DES WESTPREUSSISCHEN PROVINZIAL-LANDTAGES HERAUSGEGEBEN VON DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT ZU DANZIG.

DANZIG.

COMMISSIONS-VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG.

1890.



Vorwort.

Im weiteren Verfolg der vor vier Jahren von mir veröffentlichten Bearbeitung der Angiospermen des Succinits, unternahm ich die Untersuchung der Sporenpflanzen und beabsichtigte das Ergebniss derselben in einem Schlussband der „Flora des Bernsteins“ niederzulegen. Da aber ein grosser Theil der in Betracht kommenden Gewächse, zumal die parasitischen und saprophytischen Pilze, im Holz der Bernsteinbäume vorkommt, so gelangte auch dieses in den Kreis meiner Betrachtungen. Hierbei trat mir eine Reihe von Erscheinungen entgegen, welche bisher entweder ganz unbekannt geblieben oder nicht richtig gedeutet waren, und je länger ich mich mit dem Gegenstande beschäftigte, desto nachdrücklicher wurde ich von der Nothwendigkeit überzeugt, vor Allem den Bau des Holzes und der Rinde der Bernsteinbäume kennen zu lernen, bevor die Untersuchung der in und an denselben auftretenden Sporenpflanzen in Angriff genommen werden könne. Daher glaubte ich den Abschluss der vorgenannten Flora bis auf Weiteres aussetzen zu dürfen und unterwarf nochmals die Bernsteinbäume selbst einer Bearbeitung, mit besonderer Berücksichtigung der Bildung des Harzes und der Zersetzungserscheinungen des Holzes.

Diese Arbeit erscheint, unabhängig von der „Flora des Bernsteins“, als besondere Monographie. Obwohl der behandelte Stoff zu einem Ganzen abgerundet ist, bin ich weit davon entfernt annehmen zu wollen, dass die Untersuchungen hierüber als abgeschlossen zu betrachten seien, vielmehr wünsche ich, dass Andere dieselben mit vermehrtem Material, im Einzelnen vielleicht auch mit anderen Mitteln, wieder aufnehmen und fortsetzen möchten. Es lag mir vornehmlich daran, durch diese Publication die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf ein in mehrfacher Hinsicht beachtenswerthes Fossil hinzulenken und sie zur Ausführung von Special-Untersuchungen anzuregen. Gerne werde ich den etwa an mich herantretenden Ansuchen um Darleihung von geeignetem Material nach Möglichkeit entsprechen.

In der nachfolgenden Einleitung komme ich ausführlich auf die Vorarbeiten zu sprechen, welche ich zu dieser Monographie durch mehrere Jahre unternommen habe. Hier will ich aber hervorheben, dass dieselbe nur durch das Wohlwollen meiner vorgesetzten Behörde ermöglicht ist, welche den wiederholt nachgesuchten Urlaub zu wissenschaftlichen Studien im In- und Ausland stets bereitwillig mir ertheilt hat. Daher fühle ich mich dem Provinzial-Ausschuss der Provinz Westpreussen und der Provinzial-Commission zur Verwaltung der Provinzial-Museen, besonders dem Vorsitzenden, Herrn Geheimen Regierungsrath von Winter, zu unwandelbarem Danke verpflichtet.

Ich benutze diese Gelegenheit, um auch allen Denen, welche durch Beschaffung von fossilem und recentem Material, sowie durch leihweise Gewährung von Institutsmitteln mich unterstützt haben, verbindlichst zu danken. Es sind dies vornehmlich die Herren: Geheimrath BEYRICH, Prof. A. ENGLER, Dr. med. BR. FISCHER, Geheimrath HAUCHECORNE, Prof. KNY, Prof. SCHWENDENER und Dr. K. SCHUMANN in Berlin, Prof. ALTUM in Eberswalde, Prof. JENTZSCH, Dr. R. KLEBS und Prof. LUERSSEN in Königsberg i. Pr., Geheimrath A. SCHENK in Leipzig, Prof. THOMAS in Ohrdruf, Prof. R. HARTIG in München, Prof. v. MAXIMOWICZ in Petersburg und Prof. H. MAYR in Tokio.

In Bezug auf die Abbildungen musste ich eine noch grössere Zurückhaltung beobachten, als in meiner früheren Publication. Ich habe mich auch diesmal ausschliesslich auf die Wiedergabe der fossilen Gegenstände beschränkt, ohne eine einzige Erscheinung aus der Gegenwart zum Vergleich heran zu ziehen. Auch das fossile Material ist so reichhaltig, dass an eine erschöpfende, bildliche Darstellung nicht gedacht werden konnte; dagegen war ich bestrebt, das Wesentliche auszuwählen und die auf Harzbildung bezüglichen Verhältnisse ausführlicher zu illustriren. Im beschreibenden Theil habe ich aber die analogen Erscheinungen aus der Jetztzeit thunlichst berücksichtigt, denn ich meine, dass uns das vom Leben der Bernsteinbäume zu entrollende Bild, im Lichte recenter Forschung betrachtet, näher gerückt und verständlicher wird.

Die Handzeichnungen wurden von den Herren Dr. CARL MÜLLER und Dr. RÖSELER in Berlin, sowie von den Herren Dr. KORELLA und Genremaler STRYOWSKI hierselbst, angefertigt und von mir auf ihre Richtigkeit geprüft. Der Farbendruck ist, zum Theil unter meiner Aufsicht, in der bewährten Kunstanstalt von WERNER & WINTER in Frankfurt a. M. ausgeführt. Die nicht unerheblichen Mittel für Herstellung der Zeichnungen und für Drucklegung der Arbeit hat die Naturforschende Gesellschaft zu Danzig, mit Hilfe des Provinzial-Landtages der Provinz Westpreussen, bewilligt und ich fühle mich gedrungen, dem Vorstand unserer Gesellschaft für sein Entgegenkommen hierin aufrichtig zu danken. Endlich bin ich auch Herrn Gymnasiallehrer Dr. LAKOWITZ, welcher mich in der Correctur dieser Arbeit unterstützt hat, zu herzlichem Danke verbunden.

Danzig, am 1. September 1890.

Der Verfasser.

INHALT.

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit behandelt die Naturgeschichte der baltischen Bernsteinbäume. Da es von vornherein nicht ersichtlich ist, welche Gewächse unter diesem Namen zu verstehen sind, so möge zunächst der Begriff der baltischen Bernsteinbäume erläutert werden. Zu diesem Behufe schicke ich einige orientirende Bemerkungen über die Bernsteine im Allgemeinen voraus.

Bernstein ist keine wissenschaftliche Bezeichnung für eine bestimmte Harzart, sondern umfasst eine grosse Zahl von fossilen Harzen und harzähnlichen Körpern, welche nach ihrer Abstammung und Bildungsweise, sowie nach ihrem chemischen und physikalischen Verhalten verschieden sind. Dazu kommt, dass diese Körper zum Theil auch nach ihrem geologischen Vorkommen und nach ihrer geographischen Verbreitung von einander abweichen. Ich erinnere nur an die Bernsteine von Sicilien und Spanien, von Rumänien und Rumelien, von Japan und Nordamerika, welche durchweg verschieden und in besondere Arten zu trennen sind. Auch der baltische oder Ostsee-Bernstein ist ein Collectivname für heterogene Harze und Gummiharze aus einer bestimmten geologischen Schicht, dem Unteroligocen. Man hat bereits einzelne Körper aus dieser Reihe ausgewählt und als eigene Arten beschrieben, welche hier kurz angeführt werden mögen.

1. Gedanit Helm[1]) oder mürber Bernstein ist gewöhnlich reingelb und durchsichtig, und zeigt weder Fluorescenz- noch Polarisationserscheinungen. An der Oberfläche sieht er wie abgerieben und bestäubt aus, und dieser Staub stellt eine schneeweisse Verwitterungsschicht dar, welche zum Theil abgewischt werden kann. Die Härte beträgt 1,5 bis 2,0. Durch Schlagen und Schneiden splittert der Gedanit leicht auseinander, und kann daher schwerer verarbeitet werden; auf der Bruchfläche ist er muschelig und stark glasglänzend. Beim Erhitzen zwischen 140° und 180° C. bläht er sich auf und bei weiterem Erhitzen fängt er bald an zu schmelzen. Während er dünnflüssig wird, stösst er Dämpfe aus, welche nicht stark zum Husten reizen. Der Gedanit führt auch kleinere Holz- und Rindensplitter, wovon ich bisher aber nicht solche Präparate gewinnen konnte, welche eine Bestimmung der Stammpflanze ermöglicht hätten. Ausserdem kommen hierin einige Blattreste und zahlreiche Insecten vor.

2. Glessit Helm[2]) ist im Allgemeinen braun und undurchsichtig, mit geringer Verwitterungsschicht, die meist etwas heller gefärbt ist. Auch dieses fossile Harz übt, ebenso wie die beiden folgenden, keine Wirkung auf polarisirtes Licht aus, und zeigt auch keine Fluorescenz. Der Bruch ist muschelig und fettglänzend, die Härte etwa 2. Bezeichnend für den Glessit ist sein Aussehen unter dem Mikroskop. Nach Helm sind schon bei 100facher Vergrösserung zahlreiche kugelrunde, zellenartige Gebilde von

---

1) O. Helm. Gedanit, ein neues fossiles Harz. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. N. F. IV. Bd. 3. Heft. Danzig 1878. S. 214 ff.

2) O. Helm. Mittheilungen über Bernstein. III. Glessit. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. N. F. V. Bd. 1. u. 2. Heft. Danzig 1881. S. 291.

wechselnder Grösse wahrzunehmen, die mit einem körnigen Inhalte angefüllt sind. Auf Grund dessen vermuthet er, dass Glessit, ähnlich wie die recente Benzoë, ein Gummiharz sei. Einschlüsse an Pflanzen oder Thieren sind bisher nicht beobachtet worden.

3. Stantienit Piesz.[1]) oder Schwarzharz bildet eckige oder rundliche Stücke mit matter, schwarzer Oberfläche; es ist sehr spröde und kann leicht zerbrochen und zu Pulver von zimmtbrauner Farbe zerrieben werden. Die Bruchfläche ist muschelig, glasglänzend und von tief braunschwarzer Farbe; im Dünnschliff fällt das Licht mit rothbrauner Farbe durch. An organischen Resten sind bis jetzt nur zwei Blattabdrücke einer 3nadeligen Kiefer, sowie mehrere Holz- und Rindenreste eines Ahorns (nach Caspary) darin aufgefunden.

4. Beckerit Piesz.[2]) oder Braunharz ist matt graubraun, erdig, und kommt in knollenförmigen Stücken vor; es ist gleichfalls undurchsichtig, nur im Dünnschliff durchscheinend. Es besitzt eine fast zähe Beschaffenheit, sodass es nur schwer fein gepulvert werden kann; das Pulver ist auch von graubrauner Farbe. Herr Künow in Königsberg hat in diesem Fossil mehrere Blattabdrücke, z. B. die eines Farns *(Alethopteris)*, einer Cycadee *(Zamites)*, einer Conifere *(Sequoia)* und zahlreiche Reste von Früchten entdeckt, welche von R. Caspary beschrieben worden sind.

Wenn man von diesen vier Species absieht, so bleibt von dem Ostsee-Bernstein noch die Hauptmasse zurück, die wiederum in mehrere Arten geschieden werden kann. O. Helm und ich heben zunächst eine derselben heraus und führen sie unter dem Namen Succinit s. str. in die Literatur ein, bemerken aber ausdrücklich, dass ausserdem in dem Bernstein des Ostsee-Gebietes bezw. der blauen Erde noch weitere Harzarten enthalten sind, welche in Zukunft genauer untersucht und unterschieden werden sollen.

5. Succinit Helm & Conw. (= Succinit Breith. ex parte). Die Abstammung dieses fossilen Harzes von *Pinus succinifera* und seine Bildungsweise in verschiedenen Organen dieser Bäume wird durch vorliegende Abhandlung näher bekannt, hingegen sind die chemischen und physikalischen Eigenschaften desselben durch O. Helm[3]) eingehend geprüft worden; R. Klebs in Königsberg i. Pr. hat sich vornehmlich mit der Untersuchung des Succinits in archäologischer und technischer, später auch in physikalischer Beziehung befasst[4]). Das Harz ist durchsichtig, durchscheinend oder nur an den Kanten durchscheinend. In der Farbe herrscht der gelbe Ton vor, jedoch finden sich alle Abstufungen einerseits bis zum hellsten Gelb und anderseits bis zum Orange und Hyazinthroth; ferner braun, violett, grün, wasserhell, auch milchig bis kreideweiss. Die Verwitterungsschicht ist von dunkeler Farbe und fest anhaftend. Gegen polarisirtes Licht verhält sich Succinit sehr verschieden; nur wenige Stücke zeigen deutliche Interferenzfarben, hingegen treten diese recht lebhaft bei dem, durch Erwärmen und Schmelzen kleiner Stücke, zu Platten vereinigten Kunstbernstein hervor. Ebenso kommt die Fluorescenz[5]) nur einem kleinen Bruchtheil der Stücke zu; übrigens pflegen diese gleichzeitig eine lebhaftere Interferenz-

---

[1]) E. Pieszczek. Ueber einige neue harzähnliche Fossilien des ostpreussischen Samlandes. Reichardt's Archiv der Pharmacie. XIV. Bd. 6. Heft. Halle a. S. 1880. S. 433 ff.

[2]) E. Pieszczek. Ebenda.

[3]) O. Helm. Notizen über die chemische und physikalische Beschaffenheit des Bernsteins. Reichardt's Archiv der Pharmacie. VIII. Bd. 3. Heft. Halle a. S. 1877. S. 229 ff. — Ueber die mikroskopische Beschaffenheit und den Schwefelgehalt des Bernsteins. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. IV. Bd. 3. Heft. Danzig 1878. S. 209 ff. — Mittheilungen über Bernstein. VI. Ueber die elementare Zusammensetzung des Ostsee-Bernsteins. Ebd. V. Bd. 3. Heft. Danzig 1882. S. 9 ff. — Mittheilungen über Bernstein. X. Ueber blaugefärbten und fluorescirenden Bernstein. XI. Ueber knochenfarbigen und bunten Bernstein. Ebd. VI. Bd. 1. Heft. Danzig 1884. S. 133 ff.

[4]) R. Klebs. Die Handelssorten des Bernsteins. Jahrbuch der Königl. Preuss. Geologischen Landesanstalt und Bergacademie zu Berlin für das Jahr 1882. Berlin 1883. S. 404 ff. — Die Farbe und Imitation des Bernsteins. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. XXVIII. Jahrg. 1887. Sitzungsber. S. 20 ff.

[5]) H. Lebert. Ueber Fluorescenz des Bernsteins. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. N. F. III. Bd. 2. Heft. Danzig 1873.

erscheinung zwischen gekreuzten Nicols zu zeigen. Der Succinit hat einen muscheligen Bruch, ist spröde und fettglänzend. Die Härte beträgt 2 bis nahezu 3, ist also höher, als beim Gedanit, mit welchem dieses Harz im Uebrigen viel Aehnlichkeit besitzt. Das specifische Gewicht beträgt 1,050 bis 1,096, d. h. er ist oft nicht schwerer wie unser Meerwasser, und wird daher leicht von der Ostsee ans Land getrieben. Beim Verbrennen riecht er angenehm aromatisch und reizt in hohem Maasse die Schleimhäute des Mundes und der Nase. Was sein Verhalten in der Hitze anlangt, so schmilzt er bei 250° bis 300° C., ohne sich vorher aufzublähen; sein Schmelzpunkt liegt also höher, als beim Gedanit. Destillationsproducte sind 3 bis 8 Procent Bernsteinsäure, ein eigenthümliches, grünlichbraunes, brenzliches, stark riechendes Oel, Kohlensäure, Wasser und Wasserstoff; hingegen bleibt ein leicht zerreiblicher, kothähnlicher Körper, das Bernstein-Kolophonium, zurück. Der hohe Gehalt an Bernsteinsäure ist sehr bezeichnend für den Succinit, denn den übrigen Harzarten der blauen Erde fehlt dieselbe überhaupt, und die meisten fremden weisen nur einen geringeren Gehalt daran auf. In dem Bernstein von der Haseninsel in Grönland sind Spuren und in dem aus Galizien etwas mehr, aber immer weniger als 3 Procent aufgefunden, nur der rumänische ist genau so zusammengesetzt, wie unser Succinit. Die Aschenbestandtheile des letzteren betragen 0,08 bis 0,12 Procent und bestehen aus Kalkerde, Kieselerde, Eisenoxyd und Schwefelsäure. Die Elementaranalyse ergiebt nach HELM:

78,63 Procent	Kohlenstoff,	10,47 Procent	Sauerstoff,
10,48 ,,	Wasserstoff,	0,42 ,,	Schwefel.

Hinsichtlich des Verhaltens gegen Lösungsmittel ist Folgendes zu bemerken. In Alkohol sind 20 bis 25 Procent löslich, in Aether 18 bis 23 Procent, in Chloroform 20,6 Procent, in Benzin nur Spuren, in Petroleumäther 2 Procent, in Amylalkohol 20 Procent, in Methylalkohol 13 Procent und in Schwefelkohlenstoff 4 Procent. Der Succinit löst sich in concentrirter Schwefelsäure mit mahagonibrauner Farbe, durch Zusatz von Wasser fällt aus dieser Lösung ein schmutziggelbes Harz aus. In der Hitze wird der Bernstein durch concentrirte Schwefelsäure zu einer schwarzen dicken Flüssigkeit aufgelöst. Bei der Behandlung mit concentrirter Salpetersäure bleibt eine krümliche, gelbe Masse zurück; in der Lösung befindet sich u. a. Bernsteinsäure. Schliesslich ist noch das Verhalten der alkoholischen Lösung zu Reagenzien zu erwähnen. Eine Lösung von basisch-essigsaurem Bleioxyd bringt eine Trübung hervor, welche beim Kochen nicht wieder verschwindet, eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd erzeugt eine geringe Trübung; durch eine Lösung von essigsaurer Kalkerde entsteht keine Veränderung, ebenso wenig durch eine Chlorcalciumlösung. Eine Lösung von Eisenchlorid bringt anfangs nur eine Trübung hervor, später einen leichten Niederschlag.

Die geologischen Verhältnisse des Succinit sind vornehmlich durch die Arbeiten von G. BERENDT[1]) und ZADDACH[2]), in neuerer Zeit durch die von A. JENTZSCH[3]) bekannt geworden. Der Succinit findet sich zusammen mit Gedanit, Glessit, Schwarz- und Braunharz im Samlande, in einer Lage glaukonitischen Sandes, der sog. blauen Erde. Ueber dieser Schicht, welche zumeist tiefer als der Spiegel der Ostsee liegt, folgen andere Glaukonitsande, die bernsteinarm sind, ferner Sande und Thone der Braunkohlenformation, und darüber Diluvium und Humus. Der Bernstein liegt hier aber nicht mehr auf

---

1) G. BERENDT. Die Bernstein-Ablagerungen und ihre Gewinnung. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg. VII. Jahrg. 1866. Königsberg i. Pr. 1866. S. 107. Taf. III. — Beitrag zur Lagerung und Verbreitung des Tertiärgebirges im Bereiche der Provinz Preussen. Ebd. VIII. Jahrg. 1867. Königsberg i. Pr. 1867. S. 73.

2) G. ZADDACH. Das Tertiärgebirge des Samlands. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg. VIII. Jahrg. 1867. Königsberg i. Pr. 1867. S. 85. Taf. VI—XVII. — Beobachtungen über das Vorkommen des Bernsteins und die Ausdehnung des Tertiärgebirges in Westpreussen und Pommern. Ebd. X. Jahrg. 1869. Königsberg i. Pr. 1869. S. 1. Taf. I.

3) A. JENTZSCH. Mittheilungen aus dem Provinzial-Museum. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg. XXVIII. Jahrg. 1887. Königsberg i. Pr. 1888. Sitzungsberichte S. 17. — Ueber die neueren Fortschritte der Geologie Westpreussens. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. VII. Band. 1. Heft. Danzig 1888. S. 157.

primärer Stätte, sondern wurde zu Beginn der Oligocen-Epoche vom Meere angeschwemmt. Daneben kommen abgerollte Hölzer und verschiedene thierische Reste, wie Echinodermen, Crustaceen und Mollusken in grösserer Menge vor. Dieses Bernstein führende Unteroligocen ist wahrscheinlich nicht auf das nordwestliche Samland beschränkt gewesen, sondern hat eine ausgedehnte westliche Verbreitung gehabt, denn anders kann die weite und allgemeine Verbreitung des gedachten Fossils im Diluvium des ganzen norddeutschen Flachlandes, im Diluvium Jütlands und der dänischen Inseln kaum erklärt werden. Vor Kurzem habe ich selbst Gelegenheit gehabt, zahlreiche diluviale Vorkommnisse von Succinit in Dänemark und Schweden kennen zu lernen, und ich behalte mir vor, über diesen Gegenstand ausführlich an einer andern Stelle zu berichten. Auch in Westpreussen ist der Succinit nur als Diluvialgeschiebe bekannt, aber die reichliche Vertheilung desselben im Diluvium links der Weichsel deutet nach A. JENTZSCH darauf hin, dass auch im nördlichen Theile unserer Provinz Bernstein führende Tertiärhorizonte vorhanden sein müssen. Ueberdies sind die Grünsande von Stuhm, Watzmiers, Klempin, Senslau und Nenkau in Bezug auf Structur und Material so vollkommen übereinstimmend mit dem Unteroligocen des Samlandes, dass der genannte Geologe sie, trotz des bislang fehlenden Bernsteins, als Vertreter derselben Stufe ansieht. Unweit Eberswalde tritt eine Bernstein führende Glaukonitschicht als Scholle im Diluvium auf, welche nach JENTZSCH einem pommerschen oder einem nordmärkischen Flötz entstammen dürfte. Neuerdings berichtete auch E. GEINITZ[1]) aus Mecklenburg über einige, in grosser Menge vorkommende, locale Anhäufungen von Succinit, die ihn zu der Annahme veranlassen, dass dort auch Bernstein führendes Unteroligocen zur Ablagerung gelangt ist. Alle diese Vorkommnisse machen es wahrscheinlich, dass das Bernstein führende marine Tertiär des Samlandes in einem ausgedehnten, annähernd ostwestlich streichenden Streifen vorhanden war, als dessen Fortsetzung auch die in Spandau unter dem Septarienthon erbohrten und die am nördlichen Harzrande auf Phosphorite abgebauten Grünsande anzusehen sind. Diese nördlichen Ausläufer sind aber frei von Succinit, und nach JENTZSCH kommt derselbe nur dem nördlichen Rande jenes grossen Grünsandgebietes zu, welches die damalige Küste des skandinavischen Festlandes darstellt, auf welchem der Bernsteinwald gegrünt hatte.

Ausser in dem Unteroligocen des Samlandes findet sich der Succinit als Geschiebe auch in jüngeren Schichten des ganzen Ostsee-Gebietes und als Gerölle auf dem Grunde der Ostsee selbst. Ich kenne solche Stücke aus Finnland und aus den russischen Ostsee-Provinzen, aus allen Theilen Norddeutschlands, von der Meeresküste bis zum Abhange der Sudeten, aus Holland, England, Dänemark und Schweden. Der Succinit ist also sehr weit verbreitet und kommt überdies an einzelnen Stellen des gedachten Gebietes in sehr beträchtlicher Anhäufung vor, während alle anderen Bernsteinarten quantitativ dagegen verschwinden. Er gilt daher als der baltische oder Ostsee-Bernstein par excellence und wird im Volksmunde schlechthin als Bernstein bezeichnet; er ist auch besonders derjenige Bernstein, welcher als Schmuckstein von jeher die Aufmerksamkeit der Culturvölker auf sich gezogen hat, und welcher schon vor Jahrtausenden von den Bewohnern unserer Küste bis nach den Gestaden des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres hin gehandelt wurde.

Was den Namen Succinit betrifft, so ist derselbe an sich nicht neu, bisher aber in weiterem Sinne angewendet worden. Aeltere Autoren bezeichnen die Bernsteine im Allgemeinen als Succin, nach dem lateinischen succinum, welches schon PLINIUS[2]) gebraucht. So wählt auch J. F. JOHN in seiner umfangreichen Arbeit über die Naturgeschichte des Bernsteins vom Jahre 1816 an erster Stelle

[1]) F. E. GEINITZ. Beitrag zur Geologie Mecklenburgs. Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte. 43. Jahrg. 1889. Güstrow 1890.
[2]) PLINIUS. Historia naturalis. Ed. Sillig. Lib. XXXVII. Cap. III. Sect. II. (§ 42/43) und an anderen Stellen.

den Namen Succin. Die Mineralogen, welche auch derartige fossile Pflanzenproducte in ihre Lehrbücher aufzunehmen pflegen, haben daraus Succinit abgeleitet, im Interesse einer international anwendbaren Nomenclatur. A. Breithaupt wählte diese Bezeichnung zuerst in seiner 1820 erschienenen „Kurzen Charakteristik des Mineralsystems", und wiederholte sie in der „Vollständigen Charakteristik des Mineralsystems" im Jahre 1823. In Dana's classischem „System of mineralogy" ist Succinit der eigentliche, in erster Linie stehende Name für Bernsteine, und auch in C. F. Naumann's „Elementen der Mineralogie", sowie in den von F. Zirkel besorgten letzten Auflagen derselben wird der gesammte Bernstein Succinit genannt. Des Cloiseaux stellt in seinem für Frankreich maassgebenden „Manuel de minéralogie" den Namen Succin in den Vordergrund. Wir ersehen hieraus, dass die Mineralogen alle verschiedenartigen Bernsteinarten, welche in der blauen Erde und anderswo vorkommen, als Succinit zusammenfassen. Dagegen haben Helm und ich schon in unseren letzten Publicationen diesen Namen in der oben angegebenen Beschränkung gebraucht, ich wohl zuerst im Jahre 1886 in meiner Arbeit über die Angiospermen des Bernsteins, und bald darauf O. Helm in einer von uns gemeinsam veröffentlichten Abhandlung über den sicilianischen Bernstein[1]).

Beiläufig sei noch erwähnt, dass Dufrénoy in seinem 1845 erschienenen „Traité de minéralogie" einen bernsteinfarbigen Granat aus Piémont als Succinit benannt hat. Indessen ist diese Bezeichnung ganz obsolet geworden und selbst in Fachkreisen kaum noch bekannt; überdies kann sie keinen Anspruch auf Priorität erheben, weil derselbe Name schon fünfundzwanzig Jahre früher von Breithaupt für ein anderes Fossil vergeben war.

Nachdem ich vorstehend auseinandergesetzt habe, was unter Bernstein im Allgemeinen und Succinit im Besondern zu verstehen ist, komme ich jetzt dazu, den Begriff der baltischen Bernsteinbäume zu erläutern. Ich belege mit diesem Namen kurz diejenigen Gewächse, welche die Hauptmasse des baltischen Bernsteins, d. h. den Succinit im engern Sinne geliefert haben. Es finden sich zwar sehr zahlreiche Blatt- und Blütenreste von verschiedenartigen Bäumen — wie z. B. Abietaceen und Cupressaceen, Palmen, Cupuliferen, Lauraceen u. a. m. — als Einschlüsse oder Abdrücke im Succinit, jedoch bietet dieses Vorkommen keinen Anhalt dafür, dass die hierzu gehörigen Pflanzen an der Production desselben betheiligt gewesen sind. Diese Organe können von Gewächsen herrühren, welche weit entfernt von den eigentlichen Harzbäumen gestanden haben, und mögen durch den Wind zufällig diesen zugeführt sein. Dagegen halte ich die Holz- und Rindenstücke, welche sich in organischem Zusammenhange mit dem Succinit befinden, und welche nach ihrem anatomischen Bau wohl befähigt waren, selbst das Harz hervorzubringen, für sichere Reste der Stammpflanzen des Succinits. Wie oben erwähnt, kommen auch lose Hölzer zusammen mit Succinit in der blauen Erde des Samlandes vor; aber insofern nicht erwiesen ist, dass sie in genetischer Beziehung zum Succinit stehen, schliesse ich sie grundsätzlich von der nachfolgenden Betrachtung aus. Beiläufig sei übrigens bemerkt, dass diese Stücke, soweit ich bis jetzt gesehen habe, einen den recenten Cypressenhölzern ähnlichen Bau besitzen[2]), daher mögen sie zu den zahlreichen Cupressaceen gehören, deren Zweigen, Blättern und Blüten wir so häufig im Succinit selbst begegnen. Hingegen hat die Untersuchung der eigentlichen Succinithölzer ergeben, dass sie Bäumen angehören, welche mit den Kiefern und Fichten der Gegenwart verwandt sind (*Pinus* s. lat.); in Folge dessen habe ich später auch alle anderen Reste von Pflanzen aus dieser Gattung in den von mir zu behandelnden Stoff hineingezogen, um denselben zu einer Monographie der baltischen Bernsteinbäume abzurunden. Es wäre correcter gewesen, dieselben als Succinit-

[1]) O. Helm e H. Conwentz. Studi sull' ambra di Sicilia. Malpighia Anno I. Messina 1886. pag. 49.

[2]) Ausserdem ist ein kohliges Holz aus der blauen Erde unter dem Namen *Erica sambiensis* von Caspary (Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg. XXVIII. Jahrg. 1887. Königsberg i. Pr. 1888. S. 41) beschrieben worden.

bäume oder als Stammpflanzen des Succinits s. str. zu bezeichnen, jedoch wünschte ich diese Namen deshalb zu vermeiden, weil sie schwerfällig und unverständlich sind.

In Bezug auf das geologische Alter der baltischen Bernsteinbäume ist noch Folgendes zu bemerken. Die Ablagerungen von marinen Schichten, worin der Succinit vorkommt, gehören dem Unteroligocen an. Hieraus ergiebt sich, dass die Bäume, welche das Harz erzeugten, und ebenso die anderen Pflanzen und Thiere, deren Ueberreste darin erhalten sind, in einer etwas älteren Periode, also wahrscheinlich in der Eocenzeit gelebt haben. Daher stellen die vegetabilischen Einschlüsse des Succinits, sowie der anderen Bernsteinarten der blauen Erde, wenn man von den Geschiebehölzern absieht, die älteste Flora vor, die bisher in unserem Gebiete bekannt geworden ist.

Was die Beschaffung des Untersuchungsmaterials betrifft, so ist ein Sammeln desselben an den Fundstellen weder zweckmässig noch thunlich, hingegen bieten die enormen Mengen an Rohmaterial, welche in Danzig angehäuft sind, einen reichlichen Ersatz und die beste Gelegenheit zum Auffinden brauchbarer Exemplare. Seitdem ich vor zehn Jahren meinen Wohnsitz hierher zurückverlegte und mit der Neu-Einrichtung und Verwaltung des Provinzial-Museums der Provinz Westpreussen betraut wurde, habe ich mein Augenmerk auch darauf gerichtet, aus jenen Vorräthen geeignete Stücke für die naturhistorischen Sammlungen und für wissenschaftliche Bearbeitungen auszuwählen. Soweit dies gelungen ist, danke ich es hauptsächlich dem bereitwilligen Entgegenkommen der hiesigen Bernstein-Firmen, welche mehr oder weniger ihr ganzes Material mir zur Verfügung stellten. Zu besonderem Danke fühle ich mich Herrn Ed. Pfannenschmidt verpflichtet, in dessen reichhaltigen Lagern ich sehr viele und wichtige Handstücke für die nachfolgenden Untersuchungen auffand. Auf diese Weise habe ich im Provinzial-Museum eine umfangreiche Sammlung zusammengebracht, welche ich noch durch Ankäufe in Königsberg i. Pr. von Dr. Sommerfeld und in Breslau aus dem Nachlass H. R. Goeppert's vergrösserte. Letzterer hatte seine Arbeiten auf ein weniger umfangreiches und weniger geeignetes Material gegründet, da er — fern ab von dem eigentlichen Fundgebiet — sich mit Dem begnügen musste, was Andere beiläufig fanden und ihm zusandten.

Die Conservirung der Holz- und Rindenreste ist gewöhnlich eine gute, oft auch eine vorzügliche, denn die Natur hat hier selbst ein ähnliches Präparat bewirkt, wie wir es auf künstlichem Wege durch Einbetten von Schnitten in Canadabalsam herzustellen pflegen. Deshalb hält es nicht schwer, geeignete mikroskopische Präparate zu erlangen; und ich verwende dazu in den meisten Fällen Dünnschliffe, in anderen auch Dünnschnitte. Die Herstellung von Dünnschliffen von fossilen Hölzern überhaupt ist zuerst von W. Nicol ausgeübt und dann durch H. T. Witham[1]) im Jahre 1831 mitgetheilt worden. Nach diesem Vorgange versuchte Joh. Chr. Aycke auch „dünne Scheiben“ vom Bernsteinholz zur mikroskopischen Untersuchung anzufertigen, wie er in seiner 1835 erschienenen Schrift über diesen Gegenstand[2]) erwähnt. Auffallender Weise wurde dieser Weg von späteren Autoren nicht wieder betreten, denn sowohl Berendt und Menge, als auch Goeppert begnügten sich damit, kleine Splitter vom Holz mittels einer Nadel oder eines Scalpells abzutrennen, um sie in Wasser oder Mandelöl mikroskopisch zu untersuchen. Goeppert pflegte zuweilen auch das Bernsteinholz mit Aether anzufeuchten, um das darin enthaltene Harz theilweise aufzulösen, und um dann leichter mit einem Messer Längs- und Querschnitte herstellen zu können. Infolge dieser unvollkommenen Methoden erhielt er immer nur kleine Bilder, worin manche Erscheinungen völlig zurücktraten und leicht übersehen werden konnten, und ausserdem waren die Präparate nicht von der Feinheit, dass eine Betrachtung mit stärkeren

---

[1]) H. T. Witham. Observations on fossil vegetables. London 1831.

[2]) Joh. Chr. Aycke. Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig 1835. S. 55.

Objectiven möglich gewesen wäre. Ebenso wenig hat er in späteren Jahren einen Dünnschliff von Bernsteinholz gesehen[1]), sodass auch seiner letzten Arbeit über die Coniferen des Bernsteins vom Jahre 1883 keine Dünnschliffe zu Grunde lagen.

Jene in England erfundene Methode zur Untersuchung fossiler, vornehmlich verkieselter Hölzer wurde später durch SORBY in die Petrographie eingeführt, und ZIRKEL gebührt das Verdienst, dieser Richtung bei uns und überhaupt eine allgemeine Geltung verschafft zu haben. Da nun die Untersuchung der Gesteine an Dünnschliffen in immer grösserem Umfange betrieben wurde, etablirten sich bald mechanische Werkstätten, welche die Herstellung von Dünnschliffen im Grossen übernahmen und ausführten. Schon bei meinen früheren Arbeiten über die verkieselten Hölzer erkannte ich bald die Unzulänglichkeit der alten Methode und trat im Jahre 1876 mit der Firma VOIGT & HOCHGESANG (jetzt R. BRUNNÉ) in Göttingen in Verbindung, um dort Versuche in der Ausführung von Dünnschliffen anstellen zu lassen. Dieselben gelangen, und die hierbei zur Anwendung gekommene Methode ist im Laufe der Zeit immer mehr vervollkommnet worden. Es war daher natürlich, als ich später die Untersuchung der Succinithölzer begann, dass ich mutatis mutandis dieselbe Methode auch auf diese Fossilien übertrug[2]). Auf solche Weise habe ich meistens Präparate von einer Feinheit und Sauberkeit erlangt, dass sie auch mit stärkeren Objectiven, zum Theil noch mit Immersions-Systemen vortheilhaft betrachtet werden können. Anderseits giebt es aber auch Rinden- und Holzreste der baltischen Bernsteinbäume, welche ziemlich consistent und harzfrei sind, und daher leicht geschnitten werden können, zumal wenn sie vorher zweckentsprechend eingebettet sind. Die Firma I. D. MÖLLER in Wedel in Holstein ist recht gewandt in der Herstellung solcher Dünnschnitte über grössere Flächen und hat mir sehr brauchbare Präparate geliefert. Je nach der Beschaffenheit des Rohmaterials habe ich bald die eine, bald die andere Methode zur Anwendung gebracht, welche beide den Vortheil gewähren, dass diese Dünnschliffe und Dünnschnitte schon vermöge ihrer Flächenausdehnung ein vollständigeres und richtigeres Bild von dem Bau der baltischen Bernsteinbäume geben, als die in althergebrachter Weise abgelösten Splitter.

Als ich die vorliegenden Untersuchungen nahezu beendigt hatte, machte Herr Professor LUERSSEN mich auf das Vorhandensein einer grösseren Collection von Schliffen und Schnitten von Bernsteinhölzern im Botanischen Institut zu Königsberg i. Pr. aufmerksam und stellte mir deren freie Benutzung anheim. R. CASPARY hatte diese Präparate für die erwähnte Anstalt anfertigen lassen, war aber nicht dazu gekommen, etwas über diesen Gegenstand zu veröffentlichen; in den von ihm hinterlassenen Manuscripten über fossile Hölzer Preussens und über die Flora des Bernsteins sind meines Wissens ebenso wenig

---

[1]) Wenn in den „Amtlichen Berichten über die Internationale Fischerei-Ausstellung zu Berlin 1880" mitgetheilt wird, dass dort Schliffe vom Holze des Bernsteinbaumes durch GOEPPERT ausgestellt gewesen seien, so beruht diese Angabe auf einem Irrthum. Aus seinen an das Ausstellungs-Comité gerichteten Briefen vom 11. Mai und vom 9. Juni 1880, deren Einsicht Herr Professor P. MAGNUS in Berlin freundlichst mir gestattete, geht hervor, dass GOEPPERT nicht Schliffe, sondern Schnitte übersandt hatte.

[2]) An dem Stück, von welchem ein Dünnschliff entnommen werden soll, wird zunächst in der bestimmten Richtung eine ebene Fläche glatt angeschliffen, indessen giebt es viele Hölzer, die wegen zu geringer Consistenz ohne Weiteres eine solche Behandlung nicht zulassen und deshalb vorher mit Wachs oder Schellack umgossen werden müssen. Sodann kittet man sie mit der angeschliffenen Fläche gegen einen flachen Träger und schneidet parallel derselben mit einer feinen Kreissäge oder mit einer kleinen Metallscheibe, die in geschlemmtem Schmirgel läuft, eine dünne Lamelle heraus. Neuerdings wird eine von dem Mechaniker Herrn WOLZ in Bonn a. Rh., nach den Angaben des Herrn Dr. H. RAUFF ebenda, angefertigte Schneidemaschine, deren Scheibe aus Weissblech besteht und am Rande mit Diamantpulver besetzt ist, sehr empfohlen. (H. RAUFF: Ueber eine verbesserte Schneidemaschine. N. Jahrbuch für Mineralogie. Jahrg. 1888. II. Bd. Stuttgart 1888. S. 230. Tafel VI) Ich selbst habe noch keine Erfahrung mit dieser Maschine gemacht, jedoch theilte Herr Professor ZIRKEL in Leipzig mir mit, dass sie sich durch Schnelligkeit, Effect und Sicherheit des Arbeitens auszeichnet. Wenn jene Lamelle mit Canadabalsam auf einen Objectträger gekittet wird, darf jener nur wenig erwärmt werden, weil sonst Blasen entstehen und die Platten sich verziehen; falls diese sehr weich sind, dürfen sie nur mit Wachs befestigt werden, der eben flüssig geworden ist. Das Dünnschleifen selbst geschieht, je nach der Beschaffenheit der Fossilien, auf nassem oder trockenem Wege, in ersterem Falle mit feinem Polirschmirgel, in letzterem mittels einer Schmirgelfeile. Beim Auflegen des Deckglases darf man garnicht oder nur wenig erwärmen, und es währt zuweilen länger als acht Tage, ehe diese Schliffe einigermaassen trocken sind.

handschriftliche Mittheilungen über die Hölzer der Bernsteinbäume vorhanden. Auf Wunsch des Directors der Königl. Geologischen Landesanstalt, Geheimen Bergraths Herrn Dr. HAUCHECORNE in Berlin, welcher für die Publication dieser Manuscripte Sorge trägt, unterzog ich dort kürzlich die dazu gehörigen Handzeichnungen einer flüchtigen Durchsicht. Hieraus ergab sich zunächst, dass viele Abbildungen auf solche Hölzer sich beziehen, die zwar mit Succinit zusammen in der blauen Erde liegen, aber nicht den eigentlichen Bernsteinbäumen angehören; ferner fanden sich allerdings auch vom Holze der letzteren einzelne Zeichnungen vor, die aber nichts Neues boten. Hingegen habe ich die vorgenannte Sammlung von Dünnschliffen und -schnitten mit Interesse durchgesehen und eine grössere Anzahl derselben noch für die vorliegende Arbeit benutzen können. Ich fühle mich daher Herrn Professor Dr. LUERSSEN in Königsberg i. Pr. für sein liebenswürdiges Entgegenkommen zu besonderem Danke verpflichtet.

Nach den Arbeiten von GOEPPERT und MENGE musste man annehmen, dass die Holzreste des Succinits im grossen Ganzen in normalem Zustande sich befinden. Wenn ersterer auch beiläufig erwähnt, dass dieses oder jenes Stück zersetzt sei, so findet man weder in seinen Beschreibungen noch in seinen Abbildungen irgend einen Anhalt hierfür, dass sich jene Bäume in einem abnormen Zustande befunden haben. Unter den sehr zahlreichen Figuren kommen zwar drei mit Erscheinungen vor, die er als Pilzmycelien deutet, indessen geht aus den Erläuterungen nicht zweifellos hervor, dass ihm thatsächlich Parasiten vorgelegen haben. Als ich die Untersuchung der Bernsteinbäume begann, war ich daher auch in der Meinung befangen, dass man es mit normalen Hölzern zu thun habe. Allein schon die aufmerksame Beobachtung mit blossem Auge ergab bald mancherlei Fremdartiges, welches ohne Weiteres nicht gedeutet werden konnte; dazu kam im mikroskopischen Bilde eine ganze Reihe von Erscheinungen, die mir bislang an fossilen und recenten Hölzern unbekannt geblieben waren. Dies führte mich zu der Erkenntniss, dass es in erster Reihe nöthig wäre, vergleichende Studien an den recenten Naturkörpern im Freien anzustellen, ehe man daran gehen könne, die Vorgänge im organischen Leben früherer Erdepochen zu deuten. In dem vorliegenden Falle würde es sich empfohlen haben, besonders solche Gegenden zu berücksichtigen, an deren gegenwärtige Vegetationsverhältnisse die Flora des Succinits zumeist erinnert, d. h. Ostasien und Nordamerika. Ich musste es mir aber bisher versagen, jene Länder zu besuchen, und begnügte mich daher mit der Bereisung einzelner Nadelwald-Gebiete in Mittel-Europa. Freilich kann man in den Staats- und Gemeinde- sowie in den Privatforsten unseres Vaterlandes und anderer Culturländer gewöhnlich nicht mehr das Leben der Waldbäume belauschen, wie es sich unter dem freien Einfluss der Natur gestaltet, denn hier sucht der Forstwirth nach Möglichkeit alle diejenigen Factoren zu eliminiren, welche eine Schädigung des Baumes und eine Verringerung des Holzwerthes herbeiführen könnten. Aber es giebt selbst in Deutschland einzelne jungfräuliche Nadelwald-Bestände, welche zum Theil der ausgleichenden Einwirkung der Cultur entzogen sind; in grösserem Maasse bestehen solche Verhältnisse noch in anderen Ländern. Schon in früheren Jahren, als ich noch am Botanischen Garten in Breslau als Assistent beschäftigt war, habe ich hauptsächlich auf Anregung meines hochverehrten Lehrers und damaligen Chefs HEINR. ROB. GOEPPERT, ganz unabhängig von der Bernsteinfrage, solche „Urwald-Partieen" auf der Heuscheuer, am Glatzer Schneeberg und im Mährischen Gesenke besucht. Später reiste ich von Danzig aus in die Central-Karpathen, in das Baierische Hochgebirge, in den Baierischen und Böhmer Wald; und endlich benutzte ich eine mit Unterstützung der Königl. Preussischen Academie der Wissenschaften in vorigem Jahre ausgeführte Studienreise nach Schweden auch dazu, um in den entlegenen und ausgedehnten Kiefernwaldungen des Kinda-Reviers in Oestergotland und in anderen Gegenden vergleichende Beobachtungen anzustellen. Ueberhaupt habe ich in den letzten Jahren kaum einen Nadelwald betreten, ohne diese oder jene Frage aus dem Leben der Bernsteinbäume in Berücksichtigung zu ziehen. Auf diesen Reisen und während meines öfteren Aufenthaltes in den genannten und in anderen Gebieten habe ich die

Ueberzeugung gewonnen, dass in solchen Waldungen, die sich selbst überlassen bleiben, alle Nadelbäume in ausserordentlich hohem Grade, oft gleichzeitig durch Pilze und Insecten, durch atmosphärische und andere Einflüsse, beschädigt und zu reichlichem Harzerguss veranlasst werden. Durch sorgfältige Beobachtung der hierbei auftretenden makro- und mikroskopischen Erscheinungen und durch eingehende Vergleichung derselben mit denjenigen an den Ueberresten der Bernsteinbäume, bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass ähnliche Verhältnisse auch zur Bernsteinzeit geherrscht, und dass sich die Bernsteinbäume gleichfalls in einem Zustande starker Zersetzung und abnormer Harzbildung befunden haben.

Neben diesen Excursionen ins Freie machte ich auch Studien in den forstbotanischen Sammlungen zu Eberswalde, Tharandt und München. Ferner benutzte ich das Vergleichsmaterial des Königlichen Botanischen Museums, sowie der anderen botanischen Anstalten in Berlin; überdies durfte ich die Privatsammlung des Herrn Professor Kny ebenda, vornehmlich dessen vorzügliche mikroskopische Präparate vom Holze jetztweltlicher Abietaceen einsehen, wofür ich ihm besonders dankbar bin. Anderseits liess ich keine Gelegenheit vorübergehen, ohne recente Harze u. dgl. in academischen Anstalten und in grösseren Droguen-Handlungen einer Durchsicht zu unterwerfen. Endlich habe ich im Herbst 1886 im Forstbotanischen Institut des Herrn Professor Rob. Hartig an der Universität München die durch parasitische Pilze hervorgerufenen Krankheiten des Holzes lebender Nadelbäume kennen gelernt, und ich verfehle nicht, Herrn Professor Dr. Hartig für seine freundliche Unterstützung auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank auszudrücken. Die während meines längeren Aufenthaltes dort gesammelten Erfahrungen erleichterten mir später das Studium der Zersetzungserscheinungen am Holze der baltischen Bernsteinbäume.

I. Abschnitt.

Vegetationsorgane und Blüten der Bernsteinbäume.

Bevor ich auf meine eigenen Untersuchungen eingehe, will ich einen kurzen Rückblick auf die früheren Arbeiten werfen, welche sich mit den Stammpflanzen des Succinits, bzw. der baltischen Bernsteine überhaupt beschäftigen. Es ist begreiflich, dass ein so bekannter und beliebter Naturkörper, wie dieser, schon frühzeitig die Frage nach seiner Entstehung veranlasst hat. Es sind hierüber auch so viele verschiedenartige und z. Th. wunderbare Hypothesen aufgestellt worden, dass es unthunlich erscheint, dieselben ausführlich zu behandeln, jedoch mögen diejenigen Ansichten hier Raum finden, welche sich auf eine vegetabilische Abstammung desselben beziehen. Schon Aristoteles (384—322 v. Chr.) hatte eine Vorstellung, die wir nach unserer heutigen Erfahrung nicht gerade als unrichtig bezeichnen können. Er meinte[1]), das Elektron bilde sich, wie alle harzähnlichen Körper, durch Erstarren, wie Myrrhe, Weihrauch und Gummi; zu dieser Art gehöre auch wahrscheinlich das Elektron, auch dies entstehe durch Erstarrung, denn es seien augenscheinlich darin Thiere eingeschlossen. Noch mehr entspricht die von Plinius († 79 n. Chr.) geäusserte Ansicht unserer heutigen Anschauung[2]). Nach diesem aufmerksamen Beobachter der Natur entsteht der Bernstein aus dem ausfliessenden Marke[3]) von Bäumen der Gattung *Pinus,* wie das Gummi in den Kirschbäumen und das Harz in den Kiefern. Zufolge Ueberflusses an Säften breche er hervor und verdichte sich durch Erstarren oder milde Wärme oder auch durch Meerwasser, wenn ihn die anschwellende Fluth von den Inseln hinwegführt; wenigstens werde er an die Küste geworfen, und rolle hin und her, sodass er am Strande zu schweben scheine. Schon unsere Vorfahren glaubten, dass er der Saft eines Baumes sei, und nannten ihn deshalb succinum. Dass er von einer *Pinus*-Art abstamme, beweise der Umstand, dass er beim Reiben einen kiefernähnlichen Geruch verbreite und angezündet nach Art des Kienholzes brenne und dufte.

Ebenso schreibt ein Zeitgenosse des Plinius, der berühmte Historiker Tacitus[4]): Man muss wissen, dass der Bernstein der Saft eines Baumes ist, weil sich gewöhnlich einige Landthiere und auch flie-

---

1) Aristoteles. Meteorologika. Ed. Bekker. IV. Cap. X. „*Καὶ γὰρ τὸ ἤλεκτρον, καὶ ὅσα λέγεται ὡς δάκρυα, ψύξει ἐςίν, οἷον σμύρνα, λιβανωτός, κόμμι. καὶ τὸ ἤλεκτρον δὲ τούτου τοῦ γένους ἔοικε, καὶ πήγνυται. ἐμπεριειλημμένα γοῦν ζῷα ἐν αὐτῷ φαίνεται.*“

2) Plinius. Historia naturalis. Ed. Sillig. Lib. XXXVII. Cap. III. Sect. II (§ 42/43). „Nascitur autem defluente medulla pinei generis arboribus, ut cummis in cerasis, resina in pinis; erumpit umoris abundantia, densatur rigore vel tepore aut mari, cum ipsa intumescens aestus rapuit ex insulis; certe in litora expellitur ita volubile ut pendere videatur in vado. Arboris sucum esse etiam prisci nostri credidere, ob id sucinum appellantes; pinei autem generis arboris esse indicio est pineus in attritu odor et quod accensum taedae modo ac nidore flagrat.“

3) medulla bedeutet hier nicht das Mark im botanischen Sinne, sondern nur das Innere der Bäume; ursprünglich ist medulla die Bezeichnung für das flüssige Mark der Knochen.

4) Tacitus. De moribus germanorum. Cap. XLV. „Succum tamen arborum esse intelligas: quia terrena quaedam atque etiam volucria animalia plerumque interlucent, quae implicita humore, mox durescente materia, cluduntur“.

gende Thiere darin zeigen, welche, nachdem sie in die bald erhärtende Flüssigkeit hineingerathen waren, eingeschlossen wurden.

Obwohl die von den vorgenannten Klassikern gegebene Erklärung so natürlich erscheint, konnte sie sich durch einen sehr langen Zeitraum hindurch keine Geltung verschaffen. Man verlor sich in müssigen Speculationen, welche auch im Mittelalter und darüber hinaus fortgeführt wurden, und welche die wunderlichsten Auswüchse zeitigten. Es kann hier nicht meine Aufgabe sein diesen Gegenstand weiter zu verfolgen, welcher schon in zahlreichen gemeinverständlichen Druckschriften hinlänglich behandelt worden ist, jedoch muss zur Charakterisirung der Zeitverhältnisse hervorgehoben werden, dass selbst Männer von der Bedeutung eines LINNÉ und BUFFON über die Bildung der Bernsteine keine richtige Vorstellung hatten.

In neuerer Zeit waren es u. a. LOMONOSSOFF[1], F. S. BOCK[2] und STRUVE[3]), welche wieder für die von PLINIUS gegebene Erklärung eintraten, und den Succinit als ein Harz der Nadelbäume betrachteten. Daneben bestand aber bei Vielen noch die Ansicht, dass Palmen die Stammpflanzen wären, obwohl hiergegen geltend gemacht wurde, dass keine Blätter und Blüten dieser Gewächse darin vorkommen[4]), und dass es auch keine lebende Palme gebe, in deren Stamm sich Harz bilde. Erst als WREDE[5]) die Jahresringe und SCHWEIGGER[6]) ausserdem die Astquirle an den mit Succinit behafteten Hölzern entdeckten, war endgiltig der Beweis erbracht, dass Palmen nicht in Betracht kommen könnten. SCHWEIGGER bemühte sich, den Bau des Bernsteinholzes genauer kennen zu lernen, um die Pflanzengattung, welcher es angehört, zu bestimmen. Jedoch war es einerseits der verkohlte Zustand des Holzes, und anderseits die damalige ungenügende Kenntniss der Anatomie lebender Pflanzen, was ihn an der Ausführung hinderte. Immerhin kam er zu demselben Resultat, wie seine Vorgänger, dass nämlich die Bernsteinbäume unseren Harzbäumen, d. h. den Coniferen ähnlich sein müssten.

In älterer und in neuerer Zeit, von PLINIUS bis auf STRUVE, hielt man immer die heutigen Nadelbäume für die Stammpflanzen des Succinits. Die vorgenannten beiden Forscher WREDE und SCHWEIGGER waren wohl die ersten, welche denselben für ein Product fossiler Bäume erklärten. SCHWEIGGER schliesst vornehmlich aus der Fremdartigkeit mancher Insecten, welche im Bernstein vorkommen, dass derselbe ein fossiles Harz sei, und hält daher auch die Bernsteinbäume für fossil.

Zu den verdientesten Bernsteinforschern gehört der langjährige Director unserer Naturforschenden Gesellschaft, der verewigte Dr. G. C. BERENDT in Danzig. Er gelangte schon im Jahre 1830 zu der Ansicht[7]), dass die von WREDE ihm zugesandten, sowie seine eigenen, von Succinit umflossenen

---

[1]) MICH. LOMONOSSOFF, ein sehr vielseitiger Gelehrter und fleissiger Schriftsteller, hat am 6./17. September 1757 zum Festact der Kaiserl. Academie der Wissenschaften in St. Petersburg, deren Mitglied er war, eine Rede über die Entstehung der Metalle gehalten, welche im III. Bande seiner gesammelten Werke in russischer Sprache abgedruckt ist. Er kommt darin (Ausgabe von 1794 auf Seite 160) auch auf den Bernstein zu sprechen und drückt sein Erstaunen darüber aus, dass es Leute giebt, welche für denselben einen mineralischen Ursprung annehmen. Die Einschlüsse von Thieren und Pflanzen im Bernstein beweisen, dass dieser ein Harz ist, auf welchem die bezüglichen Körper kleben geblieben seien und später mit frischem Harz übergossen wurden. Eine Uebersetzung dieser Rede „De generatione metallorum a terrae motu" findet sich im Allgemeinen Magazin der Natur, Kunst und Wissenschaften. Theil XI. Leipzig 1761. S. 238 ff. Ich verdanke eine Mittheilung hierüber dem Herrn Professor O. CHWOLSON in St. Petersburg.

[2]) BOCK. Versuch einer kurzen Naturgeschichte des preussischen Bernsteins. Königsberg 1767. S. 101.

[3]) VON STRUVE. Einige Worte über den Bernstein der Ostsee. Taschenbuch für die gesammte Mineralogie von C. C. LEONHARD. V. Jahrg. Frankfurt a. M. 1811. S. 48.

[4]) Diese Annahme ist nicht mehr zutreffend, denn es sind inzwischen mehrere Palmenreste bekannt geworden; vgl. meine Abhandlung über die Angiospermen des Bernsteins. S. 7.

[5]) WREDE. Mineralogisch-Geognostische Bemerkungen über Samland. Königsberger Archiv für Naturwissenschaften. 12. Heft 1811. S. 44.

[6]) SCHWEIGGER. Ebd. 2. Heft. S. 217. — Beobachtungen auf naturhistorischen Reisen. Anhang: Bemerkungen über den Bernstein. Berlin 1819. S. 106.

[7]) G. C. BERENDT. Die Insecten im Bernstein. I. Heft Danzig und Berlin 1830. S. 21.

Hölzer denjenigen der jetzigen Rothfichte am nächsten ständen. Fünf Jahre später unterzog ein anderes hochverdientes Mitglied unserer Gesellschaft, der gleichfalls verstorbene JOH. CHR. AYCKE, das Bernsteinholz einer mikroskopischen Prüfung und kam zu mancherlei interessanten Ergebnissen, die er in einer sehr beachtenswerthen Druckschrift[1]) mitgetheilt hat. Zunächst machte er mit Recht darauf aufmerksam, dass nicht alle fossilen Hölzer, welche lose mit Bernstein zusammen vorkommen, Ueberreste der eigentlichen Bernsteinbäume wären, und meinte, dass die ringsum mit einer Succinitlage bekleideten und bis in ihr Inneres davon durchdrungenen Holzstücke die beste Aufklärung zu geben vermöchten. Er sagt, das Ganze habe das Aussehen eines von erhärteten Säften strotzenden Nadelholzes, das durchweg stark von einer harzigen Substanz durchdrungen ist. Nach NICOL'S Vorgang hat AYCKE zuerst „dünne Scheiben“ von Bernsteinholz angefertigt und unter dem Mikroskop bei 100facher Vergrösserung untersucht. Er beschreibt die mit Harz ausgefüllten Tracheïden mit Hoftüpfeln, ferner die Harzgänge im Holze und die Markstrahlen mit ihren Harzgängen. Schliesslich gelangt er zu der Ansicht, dass irgend eine oder mehrere uns unbekannte *Pinus*-Arten, vielleicht in erkranktem Zustande, in ihrem Innern den Succinit erzeugt und angesammelt haben, und denselben aus den Aesten und Stämmen, auch wohl aus den Wurzeln ausfliessen liessen. Diese und andere in jenem Buche niedergelegten Erfahrungen haben auch noch heute ihre volle Geltung behalten und sprechen für das feine Verständniss und das sichere Urtheil des Beobachters. Daher kann man füglich AYCKE für den Entdecker der Stammpflanzen des Succinits halten, und er würde gewiss auch speciellere Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt haben, wenn er hinreichend botanisch geschult gewesen wäre.

Der von diesem ausgezeichneten Forscher betretene Weg wurde von Anderen wieder verlassen, und man mühte sich ab, die Bernsteinbäume nach den im Succinit oder mit demselben zusammen vorkommenden Blättern und Blüten zu bestimmen. Ueberdies verfuhr man, trotz AYCKE'S Warnungen, kritiklos in der Auswahl der Hölzer: nicht allein hielt man die mit Bernstein zusammen an den Strand geworfenen Rollhölzer, sondern auch die norddeutschen Braunkohlenhölzer, zumal wenn diesen noch eine Spur von Bernstein ähnlichem Harz anhaftete, ohne Weiteres für Reste der Bernsteinbäume. Auch H. R. GOEPPERT neigte anfangs zu dieser Ansicht hin, wie aus seinen ersten Publicationen hierüber hervorgeht[2]). Im Jahre 1836 fand er in einer alten Sammlung ein Stück Bernstein mit schwärzlichen Holzresten, die vom Harz theils eingeschlossen, theils durchsetzt waren. Er versuchte zwar vergeblich mikroskopische Schnitte zu erlangen, konnte jedoch in dem durch Zertrümmern gewonnenen Material soviel erkennen, dass es einem Nadelholz angehöre[3]). Zwei Jahre später gelangte er zu dem Resultat, dass die Stammpflanze des Succinits eine Fichtenart wäre, und bestätigte hierdurch die Richtigkeit einer Ansicht, welche schon mehrere Jahre vorher BERENDT und AYCKE ausgesprochen hatten. GOEPPERT war bereits damals in der Untersuchung und Bestimmung fossiler Hölzer wohl unterrichtet, und reihte daher sogleich die Reste der Bernsteinbäume als *Pinites succinifer*[4]) in das System der fossilen Pflanzen ein. Inzwischen hatte BERENDT den Plan gefasst, ein illustrirtes Sammelwerk über den Bernstein und die darin eingeschlossenen organischen Reste herauszugeben und war, behufs Bearbeitung der Vegetabilien, mit GOEPPERT

1) JOH. CHR. AYCKE. Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig 1835.

2) H. R. GOEPPERT. Bemerkungen über die Abstammung des Bernsteins; in POGGENDORFF'S Annalen der Physik und Chemie. XXXVIII. Band. Leipzig 1836. S. 624. — Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur im Jahre 1836. Breslau 1837. S. 58.

3) Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur im Jahre 1838. Breslau 1839. S. 35.

4) Uebersicht der Arbeiten etc. im Jahre 1840. Breslau 1841. S. 39.

in Verbindung getreten[1]). Da letzterer nun ein grösseres Material von Hölzern und anderen Pflanzentheilen im Bernstein zur Untersuchung erhielt, so hatte er reichlich Gelegenheit den Bau der Bernsteinhölzer näher kennen zu lernen, und er veröffentlichte auf Grund dessen im Jahre 1845 in dem vorerwähnten Werke auch eine besondere Abhandlung über den Bernsteinbaum, welcher gute Abbildungen der anatomischen Verhältnisse des Holzes beigegeben sind. Er sprach hierin die Ansicht aus, dass der Succinit wahrscheinlich von einer Baumart, dem gedachten *Pinites succinifer*, abstamme. Die von AYCKE so richtig erkannte pathologische Beschaffenheit der Bernsteinhölzer, sowie manche andere Erscheinung, wurden von GOEPPERT nicht berücksichtigt.

Bald nach dem Erscheinen dieser Publication wurde GOEPPERT wiederum von einem hervorragenden Mitgliede unserer Gesellschaft, und zwar von dem um die Erforschung der naturwissenschaftlichen Verhältnisse in der Provinz Westpreussen hochverdienten A. MENGE ein neues, umfangreiches Material zur Bearbeitung mitgetheilt. Dies lieferte eine so reiche und interessante Ausbeute, dass GOEPPERT schon im Jahre 1853 über die wesentlich ergänzte und vergrösserte Bernsteinflora eine vorläufige Mittheilung schrieb, welche ALEXANDER VON HUMBOLDT bei der Königl. Preussischen Academie der Wissenschaften zum Vortrag brachte[2]). Er gelangte hierin zu der Ansicht, dass wir den Bernstein nicht einer, sondern mehreren Arten von Abietaceen zu verdanken hätten, und führte die Holzreste nunmehr als zu acht verschiedenen Pflanzenspecies gehörig auf. Leider ist diesen ebensowenig wie den anderen, dort neu benannten Pflanzen, eine Diagnose oder auch nur eine erläuternde Notiz beigegeben. MENGE, welcher mit grossem Eifer und Verständniss das Sammeln von Bernstein und von Bernstein-Einschlüssen bis an sein Lebensende fortgesetzt hat, glaubte noch ein neues Bernsteinholz gefunden zu haben, das er selbst als *Taxoxylum electrochyton* beschrieb[3]); später hat aber GOEPPERT mit Recht darauf hingewiesen, dass dieses Holz mit seinem *Pinites succinifer* zu vereinigen wäre.

Die ausführliche Publication zu jener vorläufigen Mittheilung GOEPPERT'S hat lange auf sich warten lassen, da der hochbetagte Autor gleichzeitig mit mehreren anderen literarischen Arbeiten beschäftigt war, die er vorher zum Abschluss bringen wollte. Es gelang ihm aber noch vor seinem Lebensende den die Coniferen behandelnden Theil fertigzustellen, welcher vor sieben Jahren als erster Band der mit MENGE zusammen bearbeiteten und von unserer Naturforschenden Gesellschaft herausgegebenen Flora des Bernsteins erschien[4]). Hierin sind die obigen acht Abietaceen auf fünf reducirt, hingegen

---

1) G. C. BERENDT. Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt.

I. Band. 1. Abth. Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt. Von H. R. GOEPPERT und G. C. BERENDT. Mit 7 lithographischen Tafeln. Berlin 1845. Enthält 1) Das Bernsteinland. Von BERENDT. 2) Der Bernstein. Von BERENDT. 3) Die organischen Bernstein-Einschlüsse im Allgemeinen. Von BERENDT. 4) Der Bernsteinbaum. Von GOEPPERT. 5) Uebersicht der bis jetzt bekannten in und mit dem Bernstein vorkommenden vegetabilischen Reste. Von GOEPPERT. — 2. Abth. Die im Bernstein befindlichen Crustaceen, Myriapoden, Arachniden und Apteren der Vorwelt. Von C. L. KOCH und G. C. BERENDT. Mit 17 lith. Tafeln. Berlin 1854.

II. Band. 1. Abth. Die im Bernstein befindlichen Hemipteren und Orthopteren der Vorwelt. Von E. F. GERMAR und G. C. BERENDT. Mit 4 Kupfertafeln. Berlin 1856. — 2. Abth. Die im Bernstein befindlichen Neuropteren der Vorwelt. Von F. J. PICTET-BARABAN und H. HAGEN. Mit 4 Kupfertafeln. Berlin 1856.

Bei nachfolgenden Citaten werde ich jedesmal nur den Sondertitel anführen.

2) H. R. GOEPPERT. Ueber die Bernsteinflora. Monatsberichte der Königlichen Academie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1853. S. 449.

3) A. MENGE. Beitrag zur Bernsteinflora. Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. VI. Bd. 1. Heft. Danzig 1858.

4) H. R. GOEPPERT und A. MENGE. Die Flora des Bernsteins und ihre Beziehungen zur Flora der Tertiärformation und der Gegenwart.

I. Band. Von den Bernstein-Coniferen, insbesondere auch in ihren Beziehungen zu den Coniferen der Gegenwart. Von H. R. GOEPPERT. Mit 16 Tafeln. Danzig 1883.

Nach dem Hinscheiden der beiden Autoren erschien:

II. Band. Die Angiospermen des Bernsteins. Von H. CONWENTZ. Mit 13 Tafeln. Danzig 1886.

Ich werde in Zukunft diese beiden Publicationen unter ihren Sondertiteln, und zwar die erstere kurzweg als „GOEPPERT, Coniferen des Bernsteins“ citiren.

ist noch ein Taxaceenholz hinzugekommen, sodass im Ganzen sechs verschiedene Nadelhölzer als Stammpflanzen des Succinits figuriren. Daneben finden auch die übrigen Reste von Coniferen, wie Nadeln, Blüten u. dgl., eine ausführliche Behandlung.

Endlich ist von mir selbst zu Beginn meiner bezüglichen Untersuchungen eine vorläufige Mittheilung über das Holz der Bernsteinbäume erschienen[1]), worin ich zuerst darauf hinwies, dass die von GOEPPERT aufgestellten, verschiedenen Holzspecies nicht aufrecht erhalten und die im Succinit vorkommenden Holzreste specifisch nicht unterschieden werden können. Auf demselben Standpunkt stehe ich auch heute, jedoch halte ich es für zweckmässig, die damals von mir gewählte Bezeichnung von *Picea* in *Pinus* (s. lat.) *succinifera* umzuwandeln, worauf ich weiter unten ausführlich zurückkommen werde. Zur Vervollständigung der Literatur über die bisherigen Untersuchungen der Bernsteinbäume möge auch noch angeführt werden, dass ich im verflossenen Jahre auf der allgemeinen Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Greifswald eine Mittheilung über die verschiedene Bildungsweise einiger Handelssorten des Succinits[2]), und auf der Jahres-Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Heidelberg eine andere Mittheilung über Thyllen im Holze der Bernsteinbäume[3]) gemacht habe.

Nach dieser geschichtlichen Uebersicht komme ich dazu, auf Grund meiner eigenen Erfahrungen die Vegetationsorgane und Blüten der baltischen Bernsteinbäume zu beschreiben. Zu jenen gehören in erster Reihe die Holzreste der Wurzel sowie die Rinden- und Holzreste des Stammes und der Aeste, welche als Bildungsstätten des Harzes von diesem mehr oder weniger durchdrungen sind. Die Blätter und auch die Blüten wurden zufällig vom Winde angeweht, und daher nur äusserlich vom Harz umgeben und eingeschlossen; von denselben sind im Innern der erhärteten Hohlform nur verkohlte Reste vorhanden, welche die Herstellung von Dünnschliffen oder -schnitten leider nicht zulassen.

A. Wurzel.

Pinus succinifera (GOEPP.) **CONW.** Radix tantum statu pathologico nota.

Cortex et medulla non conservati, lignum e tracheidibus atque e cellulis parenchymatosis formatum. Tracheides statu fossili leptotichae, sectione transversali minus magisve rectangulares, per strata concentrica non semper conspicua angustiora dispositae, zona exterior e tracheidibus radialiter compressis, tangentialiter 65,2 μ — 43,3 μ latis, zona media nulla, zona interior e tracheidibus in eodem sensu dilatatis. Pori areolati in parietibus radialibus tracheidum latiorum 20,5 μ alti bini vel terni juxtapositi, in parietibus tracheidum angustarum singuli, etiam in parietibus tangentialibus earum obvii. Tracheides latiores sparsae membranis tenuissimis horizontalibus atque thyllis polygonatis munitae. Cellulae parenchymatosae porosae plures fasciculatim conjunctae unum vel plures ductus resiniferos 0,3 mm latos 0,49 pro millimetro quadrato sectionis transversalis metientes includentes.

Radii medullares uni- vel multiseriales e tracheidibus et e cellulis parenchymatosis formati. Tracheides poros areolatos parvos et striolas tangentiales interiores gerentes. Cellulae parenchymatosae 37,5 μ — 22,4 μ altae porosae in medio radiorum multiserialium ductum resiniferum solitarium includentes. Radii medullares 14 in millimetro quadrato

[1]) H. CONWENTZ. Die Bernsteinfichte. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Band IV. Berlin 1886. S. 375.

[2]) H. CONWENTZ. Ueber die verschiedene Bildungsweise einiger Handelssorten des baltischen Bernsteins. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. XLI. Band. Berlin 1890. S. 567.

[3]) H. CONWENTZ. Ueber Thyllen und Thyllen-ähnliche Bildungen, vornehmlich im Holze der Bernsteinbäume. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Band VII. Berlin 1889. S. (34).

sectionis tangentialis siti, radii uniseriales usque ad 0,66 mm vulgo 0,21 — 0,35 mm alti plerumque e cellulis 7 (1—22) superpositis formati.

Tafel III. Fig. 1—9.

Tafel IV. Fig. 1 u. 2.

Es ist begreiflich, dass ganz junge Wurzeln und feine Wurzeläste im Succinit bisher nicht bekannt geworden sind, jedoch halte ich es nicht für ausgeschlossen, dass sie noch späterhin im Firniss, d. i. in der sr. Z. auf den Waldboden geflossenen Harzmasse, aufgefunden werden. Gegenwärtig liegen nur Bruchstücke vom Holze älterer Wurzeln vor, und auch hiervon kenne ich lediglich zwei Exemplare nach Dünnschliffen, welche dem Botanischen Garten der Königl. Universität Königsberg gehören. Sie entstammen dem peripherischen Theile umfangreicher Holzkörper und zeigen weder Rinden- noch Markreste. Als Wurzelhölzer charakterisiren sie sich hauptsächlich durch den eigenthümlichen Bau der Jahresringe, worauf ich hier nur kurz einzugehen brauche.

Im normalen Holze der Abietaceen wird eine scharfe Abgrenzung der **Jahresringe** dadurch hervorgerufen, dass die Tracheïden jeder Radialreihe, von der ersten Frühlings- bis zur letzten Sommerzelle, an radialem Durchmesser abnehmen, und dass gleichzeitig eine allmähliche Verdickung der Membranen nach dem Sommerholz hin stattfindet. Ausserdem ändert sich der Querschnitt der Tracheïden innerhalb desselben Jahresringes in der Weise, dass man in letzterem drei Theile unterscheiden kann. Der innere Theil besteht aus vierseitigen, entweder quadratischen oder radial gestreckten, dünnwandigen Zellen; er geht allmählich in den mittleren Theil über, dessen Zellen meist sechsseitig, an Wanddicke nach aussen hin immer mehr zu und an radialem Durchmesser abnehmen. Der äussere Theil besteht wieder aus vierseitigen, aber radial zusammengedrückten und stark verdickten Zellen. Während die Tracheïden der beiden ersten Theile fast immer nur radial getüpfelt sind, haben die des letzten Theiles sehr häufig auch tangentiale Tüpfel. Man bezeichnet die beiden ersten Theile als Frühjahrsholz und den letzten als Herbst- oder besser als Sommerholz, da er sich schon im Juli und August bildet; mit Ende August pflegt bei unseren lebenden Bäumen die ganze Holzbildung aufzuhören. Obwohl im Stamm- und Astholz unter normalen Verhältnissen immer jene drei Schichten vorhanden sind, erfahren sie doch einen Wechsel je nach der Weite der Jahresringe. Die veränderliche Schicht ist die innere, sodass es in engen Jahresringen der Aeste nur eine mittlere und eine äussere Schicht giebt, während die innere ganz fehlt. Bei weiten Jahresringen tritt der umgekehrte Fall ein, sodass hier im Stamm und in den Aesten die innere Schicht vorherrscht. Dagegen variirt im Wurzelholz die mittlere Schicht, und sie kann sich in engen Jahresringen bis zum völligen Verschwinden verringern, in Folge dessen dann die innere und äussere Schicht unvermittelt nebeneinander liegen (Taf. III. Fig. 1). In weiten Jahresringen der Wurzel herrscht die mittlere Schicht vor[1]). Demgemäss gelingt es oft unschwer, Wurzel- und Stamm- bezw. Asthölzer auseinander zu halten, zumal wenn sie enge Jahresringe besitzen. Im vorliegenden Falle lassen sich zwei Exemplare als Wurzelhölzer, mehrere als Stamm- oder ältere Asthölzer und sehr viele als jüngere Asthölzer unterscheiden.

Die beiden Wurzeln, auf welche sich obige Diagnose gründet, besitzen enge Jahresringe, wie aus den nachfolgenden Tabellen hervorgeht. In diesen, wie auch in allen anderen, stellen die Zahlen die Mittel aus je zehn Beobachtungen dar. Ausgeführt sind alle Messungen mittels eines Ocular-Mikrometers, bei welchem ich den Werth der Theilstriche durch ein Objectiv-Mikrometer bestimmt habe.

---

[1]) Mohl. Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. Botanische Zeitung. XX. Jahrg. Leipzig 1862. S. 225. — Kraus. Mikroskopische Untersuchungen über den Bau der lebenden und vorweltlichen Nadelhölzer. Würzburger Naturwissenschaftliche Zeitschrift. IV. Band. Würzburg 1863. S. 144.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass in diesen Tabellen der älteste Jahresring des Präparates, falls derselbe zugleich der erste ist, die Bezeichnung 1 und die folgenden die Bezeichnung 2 u. 3 etc. führen. In solchen Fällen, wo die inneren Jahresringe nicht conservirt sind, wähle ich für deren Anzahl den Ausdruck n und nenne dann den ältesten Jahresring des Präparates n + 1, die folgenden n + 2, n + 3 etc.

Wurzelholz I.

Jahresring.	Breite des Jahresringes in Zellen.	Breite des Jahresringes in Millim.
n + 1	?	?
n + 2	7	0,392
n + 3	8	0,413
n + 4	7	0,371
n + 5	5	0,223
n + 6	10	0,572
n + 7	5	0,265
n + 8	6	0,276
n + 9	4	0,169
n + 10	7	0,383
n + 11	6	0,318
n + 12	4	0,223
n + 13	6	0,307
n + 14	4	0,191
n + 15	7	0,392
n + 16	3	0,180
n + 17	4	0,212
n + 18	6	0,297
n + 19	3	0,169
n + 20	5	0,233
n + 21	6	0,286
n + 22	5	0,265
n + 23	7	0,307
n + 24	4	0,254
n + 25	5	0,258
n + 26	5	0,276
n + 27	8	0,424
n + 28	7	0,382
n + 29	5	0,212
n + 30	4	0,138
n + 31	5	0,276
n + 32	7	0,201
n + 33	6	0,265
n + 34	4	0,169
n + 35	6	0,233

Wurzelholz II.

Jahresring.	Breite des Jahresringes in Zellen.	Breite des Jahresringes in Millim.
n + 1	?	?
n + 2	4	0,321
n + 3	5	0,365
n + 4	3	0,219
n + 5	8	0,555
n + 6	5	0,350
n + 7	8	0,467
n + 8	8	0,438
n + 9	7	0,409
n + 10	6	0,394
n + 11	3	0,131
n + 12	10	0,554
n + 13	7	0,438
n + 14	5	0,263
n + 15	7	0,409
n + 16	5	0,292
n + 17	6	0,321
n + 18	7	0,409
n + 19	5	0,204
n + 20	6	0,379
n + 21	5	0,321
n + 22	2	0,117
n + 23	5	0,321
n + 24	7	0,423
n + 25	5	0,307
n + 26	5	0,292
n + 27	4	0,263
n + 28	6	0,438
n + 29	6	0,394
n + 30	2	0,088

Aus den obigen Zahlen geht hervor, dass die Breite der Jahresringe zwar variirt, dass sie aber in allen Fällen sehr gering ist; eine Gesetzmässigkeit in der Veränderlichkeit lässt sich nicht erkennen.

Die Jahresringe zeigen den für Wurzelholz charakteristischen Bau, d. h. das Frühjahrs- und das Sommerholz grenzen unvermittelt aneinander. (Taf. III. Fig. 1.) Die **Tracheïden** besitzen mehr oder weniger einen vierseitigen Querschnitt, welcher im Frühjahrsholz radial verlängert und im Sommerholz radial verkürzt ist. (Taf. III. Fig. 1.) Die Wandstärke der Tracheïden ist in beiden Schichten auffallend gering, sodass sich in dieser Beziehung das Sommerholz kaum vom Frühjahrsholz unterscheiden lässt; indessen will ich gleich hier bemerken, dass diese Erscheinung pathologisch ist und in den später zu erörternden Zersetzungsvorgängen der Hölzer ihre Erklärung findet. Die Tracheïden haben die Gestalt langgestreckter, beiderseits zugespitzter Faserzellen und sind in ihrem mittlern Theile mehr oder weniger gerade, während an den nachträglich ausgewachsenen Enden geringe spindel- oder wurmförmige Verbiegungen vorkommen. (Taf. III. Fig. 7.) Sie schliessen nicht immer lückenlos aneinander, sondern bilden hier und da Intercellularen, welche vorwiegend ziemlich eng sind. (Taf. III. Fig. 1.) Die Grösse der Tracheïden ist innerhalb einer und derselben Wurzel beträchtlichen Veränderungen unterworfen. Die Veränderlichkeit der Länge, je nach der verschiedenen Lage der Zellen in der Höhe und Breite der Wurzel, konnte nicht gemessen werden; hingegen war es wohl möglich auf einem Querschnitt die Veränderungen in der tangentialen Ausdehnung oder Breite der Zellen nachzuweisen. Um dies zu veranschaulichen, gebe ich hier die Maasse, welche ich immer den Zellen der letzten Sommerschicht entnommen habe, weil hier nur eine äusserst geringe Abweichung innerhalb desselben Jahresringes vorkommt.

Wurzelholz I.

Jahresring.	Tangentiale Breite der Sommerholzzellen.	Jahresring.	Tangentiale Breite der Sommerholzzellen.
n + 1	43,3 μ	n + 19	62,3 μ
n + 2	47,0 μ	n + 20	62,0 μ
n + 3	48,7 μ	n + 21	63,7 μ
n + 4	49,7 μ	n + 22	63,3 μ
n + 5	51,7 μ	n + 23	62,0 μ
n + 6	53,0 μ	n + 24	63,3 μ
n + 7	53,0 μ	n + 25	61,7 μ
n + 8	53,7 μ	n + 26	62,3 μ
n + 9	53,3 μ	n + 27	63,0 μ
n + 10	55,7 μ	n + 28	63,3 μ
n + 11	54,3 μ	n + 29	65,0 μ
n + 12	57,3 μ	n + 30	64,3 μ
n + 13	60,3 μ	n + 31	64,7 μ
n + 14	61,0 μ	n + 32	63,7 μ
n + 15	59,3 μ	n + 33	65,0 μ
n + 16	61,0 μ	n + 34	65,2 μ
n + 17	59,7 μ	n + 35	64,4 μ
n + 18	61,7 μ		

Wurzelholz II.

Jahresring.	Tangentiale Breite der Sommerholzzellen	Jahresring.	Tangentiale Breite der Sommerholzzellen.
n + 1	51,3 μ	n + 16	54,3 μ
n + 2	49,7 μ	n + 17	55,7 μ
n + 3	50,0 μ	n + 18	55,7 μ
n + 4	48,7 μ	n + 19	56,0 μ
n + 5	48,3 μ	n + 20	57,7 μ
n + 6	50,3 μ	n + 21	59,3 μ
n + 7	51,0 μ	n + 22	59,0 μ
n + 8	52,0 μ	n + 23	56,3 μ
n + 9	54,0 μ	n + 24	58,3 μ
n + 10	55,3 μ	n + 25	61,0 μ
n + 11	51,3 μ	n + 26	60,7 μ
n + 12	53,7 μ	n + 27	62,2 μ
n + 13	51,0 μ	n + 28	59,8 μ
n + 14	55,7 μ	n + 29	59,0 μ
n + 15	53,3 μ	n + 30	58,7 μ

Wenn wir diese Tabellen überblicken, so finden wir, dass die Breite der Tracheïden in den verschiedenen Jahresringen von innen nach aussen zunimmt, und zwar geschieht es in dem ersten Stück ziemlich regelmässig, in dem zweiten freilich weniger regelmässig. Diese Zunahme ist nicht unbeträchtlich, denn in jenem sind die Sommerzellen des letzten, d. h. des n + 35. Jahresringes etwa um die Hälfte breiter als die des ersten. Man hatte früher allgemein angenommen, dass die Zellgrösse für das ganze Holz eines Baumes constant sei. Erst die zwischen SCHACHT[1]) und v. MOHL[2]) geführte Controverse ergab, dass die Holzzellen in Aesten einen geringern Durchmesser als im Stamme haben. Hierbei gingen Beide von der Ansicht aus, dass die Grösse der Zellen der einzelnen Organe durch alle Jahresringe eine gleiche wäre. SANIO[3]) zeigte aber, dass dies nicht der Fall ist, dass vielmehr in den meisten Fällen die Grösse der Holzelemente durch mehrere Jahresringe zunimmt, bis das Maximum erreicht ist, dann aber constant bleibt. Er hat später die Variabilität der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer im Einzelnen untersucht[4]) und ist dabei zu folgenden Ergebnissen gekommen. Die Holzzellen nehmen in den Stamm- und Asttheilen überall von innen nach aussen an Grösse zu und bleiben in den älteren Jahresringen ziemlich gleich gross. Diese constante Grösse ändert im Holzstamme in der Weise ab, dass sie von unten nach oben zunächst stetig zunimmt, in bestimmter Höhe ihr Maximum erreicht, und dann nach dem Gipfel hin wieder abnimmt. Die endliche Grösse der Holzzellen in den Aesten ist geringer als im Stamm; auch hier nimmt sie in den äusseren Jahresringen nach der Spitze hin zu, um dann wieder zu fallen. In der Wurzel nimmt die Weite der Zellen in den ersten Jahresringen zu, und dann ab, um später wieder zu steigen, bis die constante Grösse erreicht ist. Auch nach der Länge der Wurzel findet eine Grössenzunahme statt.

Diese von SANIO bei Untersuchung der Kiefer gewonnenen Resultate sind von EWALD SCHULZE[5]) auch für andere lebende Nadel- und Laubhölzer bestätigt und erweitert worden.

Eine charakteristische Differenzirung in der Wand der Holzzellen bilden die **Hoftüpfel.** Der Hof hat die für alle fossilen und recenten Coniferen, ausschliesslich der Araucariaceen, bezeichnende kreisrunde Form, zuweilen in der Richtung der Längsaxe der Tracheïden etwas zusammengedrückt. Die Contur der Ausmündungsöffnung ist dementsprechend auch kreisrund oder elliptisch. Im Quer- und Tangentialschliff durch das Frühlingsholz bemerkt man bei einer Vergrösserung von 280 nicht selten, dass sich der freie Rand der Hofwand nach innen, d. h. in den linsenförmigen Raum hineinkrümmt (Taf. III. Fig. 3 und Taf. IV. Fig. 1 u. 2). RUSSOW[6]) hat eine ähnliche Bildung im Wurzel- und Stammholz von recenten *Pinus, Picea, Larix* und *Abies* bei 700 bis 1000facher Vergrösserung beobachtet. Er nimmt an, dass der Zweck derselben in einer Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der perforirten Hofwand gegen Druck liege; jedenfalls wird der Verschluss des Canals durch die angedrückte Schliesshaut sicherer und vollkommener bewirkt, als wenn diese Einkrümmung nicht vorhanden wäre. Diese Schliesshaut besteht, wie auch bei lebenden Nadelhölzern, aus einem sehr dünnen, peripherischen (margo), und aus einem stark verdickten, centralen Theile (torus). Die Form des letzteren ist fast durchweg, vornehmlich im ganzen Frühlingsholz, plattenförmig, also im mikroskopischen Bilde stabförmig (Taf. III. Fig. 3), und

1) SCHACHT. Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. Berlin 1856/59. II. Theil S. 174.

2) MOHL. Einige anatomische und physiologische Bemerkungen. S. 225 ff.

3) SANIO. Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. Botanische Zeitung. XXI. Jahrg. Leipzig 1863. S. 85. ff.

4) SANIO. Ueber die Grösse der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer. PRINGSHEIM'S Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. VIII. Bd. 1872. S. 401.

5) EWALD SCHULZE. Ueber die Grössenverhältnisse der Holzzellen bei Laub- und Nadelhölzern. Inaug.-Diss. Halle a. S. 1882.

6) RUSSOW. Zur Kenntniss des Holzes, insonderheit des Coniferenholzes. Botanisches Centralblatt. XIII. Band. Cassel. 1883. S. 29 ff. Taf. I—V.

im Sommerholz habe ich zuweilen eine linsenförmige Verdickung wahrgenommen. Die Schliesshaut fällt gewöhnlich in eine Ebene, jedoch ist sie auch manchmal s-förmig verbogen (Taf. IV. Fig. 2); diese Erscheinung kann man wohl nur am torus wahrnehmen, während der margo kaum sichtbar ist. Nach RUSSOW kommt diese eigenthümliche Krümmung in seltenen Fällen bei *Pinus silvestris* L., aber regelmässig bei *Larix sibirica* LEDEB. vor. Nicht immer bildet die Schliesshaut eine Scheidewand in der Mitte des linsenförmigen Raumes, sondern oft liegt sie der einen oder der andern Seite der Hofwand dicht an (Taf. IV. Fig. 1), weshalb sie leicht übersehen werden kann. Diese Tüpfel sind in den beiden Schichten des Jahresringes des Wurzelholzes insofern ungleichmässig vertheilt, als sie sich in den Zellen der innern Schicht nur radial und in denjenigen der äussern auch tangential vorfinden. Die Grösse der Tüpfel ist sehr verschieden, wie aus folgenden Maassen hervorgeht; dieselben beziehen sich auf die Höhe der Tüpfel im Frühjahrsholz und stellen wiederum Mittel aus je zehn Messungen dar; die Durchschnittswerthe bedeuten stets die am häufigsten beobachteten Grössen.

Tüpfelhöhe.

	Wurzelholz I.	Wurzelholz II.
Minimum . . .	18,3 μ	16,7 μ
Maximum . . .	23,3 μ	25,0 μ
Durchschnitt .	20,5 μ	20,6 μ

Es ist hier die Höhe der einzeln stehenden Hoftüpfel auf der radialen Wand der Frühjahrszellen gemessen, um eher einen Vergleichspunkt für die Grössenverhältnisse der Tüpfel im Stamm- und Astholz zu gewinnen. Auch hier entsprechen die angeführten Zahlen wiederum Durchschnittswerthen, welche aus Beobachtungen in verschiedenen Jahresringen gewonnen sind. Wenn auch die Minima und Maxima weit auseinander gehen, so ist doch die Durchschnittsgrösse der Hoftüpfel in beiden Hölzern gleich.

Wenn zwei Hoftüpfel auf derselben Wand neben einander liegen, so sieht man gewöhnlich ober- und unterhalb derselben je eine horizontale, helle Linie verlaufen (Taf. III. Fig. 6); zuweilen gehen diese beiden Linien an den Seiten bogenförmig in einander über oder fliessen hier mit dem Tüpfelhof zusammen. Auch in dem Falle, wo auf der Radialseite nur ein Tüpfel steht, wird derselbe von diesen hellen Linien begrenzt. Diese Erscheinung ist bereits an anderen fossilen Wurzel- und Stammhölzern beobachtet worden, z. B. an *Cupressinoxylon erraticum* var. *Teredinum* MERCK., *C. sequoianum* MERCK. und *C. Fritscheanum* MERCK. von C. E. VON MERCKLIN[1]), überdies an *Cupressinoxylon pulchrum* CRAM. und an *Pinites cavernosus* CRAM. von C. CRAMER[2]) u. a. m. Letzteres wird übrigens neuerdings von A. SCHENK[3]) als ein Wurzelholz angesprochen, das von *Cedroxylon* KR. nicht zu trennen sei.

In lebenden Nadelhölzern treten diese Linien bei *Pinus silvestris* L.[4]), ferner bei *Pinus Strobus* L., *P. palustris* Ait., *Larix europaea* DC., *Salisburia*, *Glyptostrobus* u. a. auf[5]). SANIO meint, dass sie

1) MERCKLIN. Palaeodendrologikon Rossicum. Petersburg 1855. Taf. XV. Fig. 7. A, B, C; Taf. XVII. Fig. 8. A. und Taf. XVIII. Fig. 9. 10.

2) C. CRAMER. Fossile Hölzer der arctischen Zone in HEER'S Flora fossilis arctica. Zürich 1868. Taf. XXXVI. Fig. 7 und Taf. XLII. Fig. 10.

3) A. SCHENK. Jurassische Hölzer von Green Harbour auf Spitzbergen. Oefversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar. Stockholm 1890. No. 1. p. 8.

4) SANIO. Anatomie der gemeinen Kiefer. *(Pinus silvestris* L.*)* PRINGSHEIM'S Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. IX. Band. Berlin 1873/74. S. 50 ff. — KNY. Anatomie des Holzes von *Pinus silvestris* L. Botanische Wandtafeln. Berlin 1884. S. 197. Taf. LII., bei b.

5) KLEEBERG. Die Markstrahlen der Coniferen. Botanische Zeitung. 43. Jahrg. Leipzig 1885. S. 673 ff.

der Grenze seines Primordialtüpfels entsprechen, d. h. der verdünnten Stelle der jungen Radialwand, auf welcher ein oder zwei neben einander liegende Hoftüpfel entstehen sollen. STRASBURGER[1]) hält sie für Anschwellungen der Intercellularsubstanz, und KLEEBERG ist der Ansicht, dass man es hier mit einer stellenweise ununterbrochen zarten, schraubenlinigen oder auch ringförmigen Verdickung zu thun habe.

Was die Vertheilung der Tüpfel innerhalb der radialen Wand der Frühjahrszellen betrifft, so sind sie häufiger nach den Zellendigungen hin, als in der Mitte. Der Regel nach stehen sie zu zweien auf gleicher Höhe nebeneinander (Taf. III. Fig. 6), seltener einzeln; in einigen Fällen, wo die Wandfläche besonders breit ist, sah ich sogar drei nebeneinander. Die Sommerzellen sind spärlicher mit Hoftüpfeln bekleidet, die überdies einen geringern Durchmesser besitzen. Sie bilden stets eine Längsreihe, aber oft ohne gleichmässigen Abstand von einander. Ebenso ist die Anordnung der Tüpfel auf der tangentialen Seite der Sommerzellen unregelmässig, jedoch lässt sich immer eine Längsreihe erkennen; im Uebrigen sind diese Tüpfel auch kleiner als die anderen.

Im Allgemeinen finden sich behöfte Tüpfel auf der Tangentialwand der Sommerzellen im Wurzelholz fossiler und lebender Coniferen weit verbreitet. GOEPPERT[2]) ist wohl der Erste gewesen, welcher dies Vorkommen im Wurzelholz der gemeinen Kiefer, *Pinus silvestris* L., erwähnt hat. Diese Beobachtung ist von anderen Forschern wiederholt bestätigt worden, und RUSSOW[3]) bemerkt, dass er jene Tüpfel im Holz der Wurzeln von zwei Individuen fast regelmässig durch alle Jahresringe, deren das eine 73 zählte, gefunden habe. Aber solche Tangentialtüpfel kommen nicht allein bei Abietaceen, sondern auch bei Cupressaceen vor; ich habe z. B. ein derartiges Auftreten in fossilen Wurzelhölzern aus dieser Familie schon früher beschrieben und abgebildet[4]).

Die Längswand der Tracheïden, zumal derjenigen des Sommerholzes, lässt zuweilen eine Spiralstreifung erkennen; jedoch habe ich dieselbe in den vorliegenden Präparaten nie so schön ausgebildet gesehen, wie später in Dünnschliffen des Stamm- und Astholzes. Daher werde ich auch dort erst auf diese Erscheinung näher eingehen.

In den Tracheïden treten hier und da sehr dünne Membranen auf, welche quer durch das Lumen gespannt sind. Sie verlaufen genau wagerecht, in Folge dessen sie in der Radial- und Tangentialansicht wie zarte Fäden erscheinen. Zuweilen hebt sich die Wand an den Rändern etwas nach oben, und ist dann hier gewöhnlich stärker verdickt. Im Uebrigen besitzt sie eine so geringe Stärke, dass sie mit den üblichen Mikrometern nicht mehr gemessen werden kann. Diese Membranen treten entweder einzeln oder auch, in mässigen Abständen, zu mehreren übereinander auf. Ich werde bei Behandlung des Stammholzes nochmals hierauf zurückkommen.

Eine andere Eigenthümlichkeit betrifft das Vorkommen von **Thyllen** im Innern der Tracheïden. (Taf. III. Fig. 4 u. 5, 7 u. 8). Wie das Wurzelholz im Allgemeinen, so besteht die Frühjahrsschicht desselben im Besondern aus sehr weiten Tracheïden, und diese sind es, welche nicht selten ein lockeres, parenchymatisches Gewebe von kleinen, sich gegenseitig abplattenden, äusserst zartwandigen, hellbräunlichen oder nahezu farblosen Zellen enthalten. Dasselbe liegt entweder nur an einer Seite, oder es erfüllt das ganze Innere der Holzzelle auf eine kürzere oder längere Strecke hin; in diesem Falle schliesst es sich, zumal in den Endigungen der Zelle, ganz eng der Wandung an. (Taf. III. Fig. 7.) Obwohl dieses Füllgewebe hauptsächlich auf Radial- und Tangentialschliffen deutlich ist, so kann es auch in der horizontalen An-

1) STRASBURGER. Botanisches Practicum. Jena 1884. S. 151.
2) GOEPPERT. De coniferarum structura anatomica. Vratislaviae 1841. pag. 19.
3) RUSSOW. Zur Kenntniss des Holzes, insonderheit des Coniferenholzes. Botanisches Centralblatt XIII. Bd. Leipzig 1883. S. 29 ff.
4) CONWENTZ. Die fossilen Hölzer von Karlsdorf am Zobten. Breslau 1880. Taf. V. Fig. 16 u. 17.

sicht erkannt werden. Hier beobachtete ich wiederholt, dass die in Rede stehende Neubildung von Hoftüpfeln ausgeht, indem sich deren Schliesshaut weniger oder mehr in die Tracheïde hineinwölbt. (Taf III. Fig. 5). Nach Analogie ähnlicher Vorkommnisse bei Pflanzen der Gegenwart muss man annehmen, dass diese Erscheinung nur da auftritt, wo eine Parenchymzelle an die Tracheïde angrenzt, und wo deren gemeinsame Wand einseitige Tüpfel bildet. In einem Falle konnte ich auch direct beobachten, dass die Thyllenbildung von einem benachbarten Markstrahl ausging; leider ist hier ein Riss im Präparat vorhanden, sodass eine charakteristische Zeichnung nicht ausgeführt werden konnte. Im Uebrigen ist es als eine Seltenheit zu betrachten, wenn durch die Schliffebene gerade dieser Zusammenhang aufgedeckt wird. Bei fortschreitendem Wachsthum legen sich die Thyllen eng aneinander und stellen auf diese Weise eine Art von Parenchymgewebe im Innern der todten Holzzelle dar. Manche Bilder scheinen dafür zu sprechen, dass nachträglich auch Zelltheilungen erfolgen, jedoch habe ich diese nicht mit Sicherheit wahrnehmen können.

Wenn man im Dünnschliff zuerst die zarten Gebilde in den Tracheïden sieht, könnte man wohl zu der Annahme geneigt sein, dass es sich um Theilungen der nachträglich auswachsenden Endigungen der Tracheïden selbst handelt. Allein abgesehen von dem vorerwähnten entwickelungsgeschichtlichen Vorgang, deutet auch schon der Umstand, dass jene Bildungen nicht blos im untern und obern, sondern ebenso im mittlern Theile der Tracheïde auftreten, darauf hin, dass man es mit einfachen Theilungen der Tracheïde nicht zu thun hat.

Als ich diese Thyllenbildung in den Wurzeltracheïden der Bernsteinbäume auffand, erinnerte ich mich nicht, je etwas Aehnliches in fossilen oder recenten Nadelhölzern gesehen zu haben und ich konnte auch aus der Literatur nicht entnehmen, dass jene Erscheinung bereits bekannt wäre. Wenn man sich aber mit einem Gegenstande näher beschäftigt, so findet man oft Vergleichspunkte in solchen anderen Fällen auf, wo man sie sonst nicht gesucht haben würde. So erging es mir kürzlich, als ich Veranlassung hatte, eine grössere Suite von Dünnschliffen verkieselter Geschiebehölzer im Botanischen Institut der Königl. Universität Königsberg i. Pr. durchzusehen. Dieselben waren vor langer Zeit auf Anordnung des verstorbenen Directors desselben, R. Caspary, angefertigt worden und wurden von dem Amtsnachfolger Herrn Professor Luerssen auf das Bereitwilligste mir zur Verfügung gestellt. Ich fand hier beiläufig mehrere Präparate von zwei verkieselten Hölzern von dem Bau der Cupressaceen, welche gleichfalls Thyllen in einzelnen Tracheïden besitzen. Das eine Original ist bei Rastenburg von Herrn R. Klebs gesammelt und gehört der vorerwähnten Anstalt selbst, das zweite weist keine Fundortsangabe auf, dürfte aber wahrscheinlich auch aus Ostpreussen herrühren; dieses Stück ist ein Wurzelholz und befindet sich im Besitze des Mineralogischen Museums der Königl. Universität daselbst. Nach diesen Erfahrungen ist zu vermuthen, dass man künftighin derartige Thyllen auch im Holze, vornehmlich im Wurzelholze anderer Abietaceen und Cupressaceen auffinden wird.

Diese Thyllenbildung findet ihr Analogon in ähnlichen Vorkommnissen im Innern der Gefässe bei recenten Angiospermen, namentlich bei dicotylen Holzgewächsen, was ich in einer kleinen Druckschrift[1]) ausführlich behandelt habe, und deshalb hier nicht zu wiederholen brauche. Nach Böhm's Untersuchungen[2]) entstehen Thyllen immer an den Aststümpfen, im Kernholz und überall da, wo abgestorbenes Holz an lebendiges grenzt. Nachdem die Richtigkeit dieser Angaben bestritten war,

---

[1]) H. Conwentz. Ueber Thyllen und Thyllen-ähnliche Bildungen, vornehmlich im Holze der Bernsteinbäume. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Band VII. Berlin 1889. S. (34).

[2]) Böhm. Ueber Function und Genesis der Zellen in den Gefässen des Holzes. Sitzungsberichte der Kaiserl. Academie der Wissenschaften. Bd. LV. Abth. II. Wien 1867. S. 851. — Ueber die Function der vegetabilischen Gefässe. Botanische Zeitung. Leipzig 1879. S. 230.

hat MOLISCH[1]) kürzlich Nachuntersuchungen angestellt und ist zu denselben Resultaten gelangt. Er beschnitt zahlreiche einjährige Triebe verschiedener Thyllen bildenden Pflanzen, wie *Robinia, Morus, Vitis* etc. und fand nach 4 bis 6 Wochen nahe der Schnittfläche immer viele oder alle Gefässe mit Thyllen verstopft. Ueberhaupt kann man die Schliessung der Gefässe mittels Thyllen sehr leicht verfolgen, wenn man frisch abgeschnittene Zweige passender Pflanzen mit der Schnittfläche in Wasser oder in feuchten Sand steckt und durch einige Wochen im warmen Raum belässt.

MOLISCH verlangt mit Recht, dass bei Beschreibung von Hölzern das Vorhandensein von Thyllen stets angegeben werden soll. Dies wird ganz besonders dann von Nutzen sein, wenn verschiedene Alterszustände desselben Holzes vorliegen. Falls nur ein einzelnes Bruchstück untersucht werden kann, wie in den meisten Fällen, wo es sich um fossile Hölzer handelt, darf diesen Gebilden nur mit Beschränkung ein diagnostischer Werth beigemessen werden, denn wir haben eben gesehen, dass Thyllen nach eingetretenen Verletzungen auch da erscheinen, wo sie unter normalen Verhältnissen nicht vorkommen.

Zwischen den Tracheïden treten einzelne Gruppen **Holzparenchym** auf, die unregelmässig begrenzt sind. Gewöhnlich ist ihre Ausdehnung in tangentialer Richtung grösser, als in radialer, wodurch bei oberflächlicher Betrachtung der Schein einer concentrischen Anordnung hervorgerufen wird. Sie sind nicht gleichmässig durch den ganzen Jahresring vertheilt, sondern finden sich häufiger im Sommerholz vor. Im Querschnitt sehen sie den benachbarten Holzzellen ähnlich, und sind von diesen schwer zu unterscheiden. Die Form der Parenchymzellen ist etwa die eines vier- bis sechsseitigen Prismas mit horizontalen oder sehr wenig geneigten Endflächen; ihre Höhe ist sehr verschieden gross und nimmt nach der Mitte der Gruppe hin ab. Auf den gemeinsamen Wänden bilden sich häufig kleine, kreisrunde oder elliptische Tüpfel ohne Hof. Dieselben sind meist zahlreich, wo sie auftreten, ohne eine bestimmte Anordnung erkennen zu lassen.

In jeder Parenchymgruppe sind ein oder mehrere schizogene Intercellularen als **Harzcanäle** ausgebildet (Taf. III. Fig. 1); die sie umgebenden Zellen kann man als Epithelzellen bezeichnen[2]). Ihr Verlauf ist meist entsprechend der Längsrichtung der Organe, jedoch kommen auch kleine Abweichungen vor. Die Tangentialschliffe zeigen einen unregelmässigen, geschlängelten Verlauf, ähnlich wie KNY[3]) es vom Stammholz der *Pinus silvestris* L. erwähnt. Wenn in einer Gruppe mehrere auftreten, was häufig geschieht, so liegen sie tangential neben einander. Sie zeichnen sich durchweg durch einen grossen Querschnitt aus, sodass sie an ihrem Inhalt immer schon durch die Lupe zu erkennen sind. Taf. XV. Fig. 1 u. 2 stellt ein in der HELM'schen Sammlung befindliches, kleines Wurzelstück dar, an welchem man sogar mit blossem Auge die grossen Harzcanäle zu erkennen glaubt. Die mikroskopische Betrachtung lehrt aber, dass in Wirklichkeit mehrere schizogene Canäle dicht beieinander liegen, deren Harzmasse als ein Ganzes erscheint. In solchem Falle übrigens, wo drei und mehr Harzgänge zusammen vorkommen, pflegen die seitlichen etwas enger zu sein (Taf. III. Fig. 1 rechts unten). Ausserdem findet eine Verharzung der den Harzgang umgebenden Zellen und Zellgruppen statt, wobei die Zwischenwände häufig aufgelöst werden. Dadurch entstehen die schizo-lysigenen Harzgänge, von welchen später ausführlich die Rede sein wird (Taf. III. Fig. 2). Ich gebe hierunter die Maasse, welche nur einzelnen, einfachen Harzcanälen entnommen sind.

---

[1]) MOLISCH. Zur Kenntniss der Thyllen, nebst Beobachtungen über Wundheilung in der Pflanze. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften. Bd. XCVII. Abth. I. Wien 1888. S. 283.

[2]) FRANK. Beiträge zur Pflanzenphysiologie. Leipzig 1868. S. 119.

[3]) KNY. Anatomie des Holzes von *Pinus silvestris* L. Berlin 1884. S. 209.

Weite der Harzcanäle.

	Wurzelholz I.	Wurzelholz II.
Minimum . . .	0,233 mm	0,260 mm
Maximum . . .	0,318 mm	0,354 mm
Durchschnitt .	0,287 mm	0,316 mm

Wenn man wiederum aus diesen beiden Durchschnittszahlen einen mittleren Werth bestimmt, so erhält man 0,30 mm als Weite der Harzcanäle im Wurzelholz.

Die Häufigkeit der Canäle im Querschnitt ist nicht gross. Die geringe Ausdehnung der Schliffe in horizontaler Richtung gestattet nur wenige Messungen, immerhin genügen sie völlig, um ein anschauliches Bild von der räumlichen Vertheilung der Harzcanäle zu geben. Im Wurzelholz I enthält 1 qmm Querfläche 0,48 und im Wurzelholz II 0,50 der letzteren, d. h. also es kommt durchschnittlich erst ein Harzcanal auf 2 qmm.

Die **Markstrahlen** verlaufen in radialer Richtung durch den Holzkörper. Sie stellen schmale, vertical aufgerichtete Gewebeplatten dar, welche die Maschen zwischen den bogig um sie herumlaufenden Holzzellen ausfüllen. Jedoch bilden sich sehr häufig zwischen den Zellen der Markstrahlen und den senkrecht verlaufenden Elementen enge Intercellularen von dreiseitigem Querschnitt aus. Was die Vertheilung der Markstrahlen in der Tangentialfläche des Wurzelholzes anlangt, so habe ich nur an einem Holz einige Messungen anstellen können, aber natürlich ohne Kenntniss des Alters des Jahresringes. Immerhin führe ich, behufs späterer Vergleichung, hier an, dass im Durchschnitt auf 1 qmm nur 14 Markstrahlen kommen.

Primäre wie secundäre Markstrahlen sind auf dem Querschnitt leicht nachweisbar. Auch dem Bau nach kann man zweierlei Markstrahlen unterscheiden, nämlich einschichtige und mehrschichtige (Taf. III. Fig. 9). Die einschichtigen Markstrahlen, welche im ganzen Holzkörper vorherrschen, bestehen tangential gesehen aus einer Schicht übereinanderliegender Zellen; dagegen werden die mehrschichtigen in der Mitte aus mehreren nebeneinander gebildet. Was nun zunächst die ersteren betrifft, so werden sie aus Tracheïden und Parenchymzellen zusammengesetzt; erstere dienen zur Leitung von Wasser bzw. Luft, und letztere zur Aufbewahrung von plastischen Substanzen, wie Stärke, fetten Oelen u. dgl. Diese Tracheïden, welche zum Unterschiede von den Längstracheïden des Holzkörpers Markstrahltracheïden oder Quertracheïden genannt werden, bilden gewöhnlich die äusseren Reihen an der oberen und unteren Kante des Markstrahles; in höheren Markstrahlen treten sie auch noch in der Mitte derselben auf. Die Form dieser Tracheïden ist etwa die eines vierseitigen Prismas, dessen Längsaxe wagrecht liegt, und dessen Endflächen gegen die Horizontalebene geneigt sind. Diejenigen Quertracheïden, welche die äusserste Kante des Markstrahls bilden, nehmen natürlich die Form eines dreiseitigen Prismas an, jedoch verläuft die Aussenkante dieser Zellen meist sehr unregelmässig.

Die Quertracheïden zeigen überall da, wo sie mit gleichartigen Elementen, also mit anderen Quer- oder Längstracheïden zusammenstossen, behöfte Tüpfel. Dieselben besitzen denselben Bau, wie die Hoftüpfel der Längstracheïden; an der Schliesshaut habe ich eine linsenförmige Verdickung des Torus gesehen, also ähnlich wie an den Längstracheïden des Sommerholzes. Die Hoftüpfel der Quertracheïden sind erheblich kleiner als die der Längstracheïden, selbst noch kleiner als die der Sommerholzzellen. Der Rand der Ausmündungsöffnung ist nach oben gerichtet und stärker verdickt, sodass er im Profil

als zackiger Vorsprung erscheint. Die Hoftüpfel liegen immer in einer Reihe; nur auf der radialen Wand der Aussentracheïden, die ja stets wesentlich breiter ist, sind sie zerstreut und kommen hier sogar noch an der äussersten Kante vor. Bemerkenswerth ist eine eigenartige Verdickungsform der Membran. Auf Radialschliffen nämlich sieht man, dass die Wand der Tracheïde nach innen zackige Vorsprünge bildet, die sich sehr scharf markiren (Taf. III. Fig. 6). Wie wir später bei Abhandlung des Stamm- und Astholzes sehen werden, entsprechen diese Zacken in Wirklichkeit kleinen Leisten, die auf der Innenwand der Quertracheïden tangential verlaufen.

Die Parenchymzellen nehmen hauptsächlich den mittleren Theil des Markstrahls ein. Sie haben eine sehr wechselnde Form, welche tangential mehr oder weniger rechteckig und radial unregelmässig viereckig oder rhombisch erscheint. Die Grössenverhältnisse sind sehr variabel, nicht allein bei verschiedenen Exemplaren, sondern auch innerhalb desselben Schliffes. Wenn man in der Tangentialansicht die Höhe der Parenchymzellen misst, so erhält man folgende Werthe:

Höhe der Parenchymzellen im Markstrahl.

	Wurzelholz I.	Wurzelholz II.
Minimum . . .	23,3 μ	11,7 μ
Maximum . . .	5,0 μ	33,3 μ
Durchschnitt .	37,5 μ	22,4 μ

Die Parenchymzellen des Markstrahls bilden ein lockeres Gewebe und lassen zahlreiche Intercellularen zwischen sich. Zuweilen weichen die radialen Reihen der Parenchymzellen so weit auseinander, dass man im Längsschliff breite Canäle wahrnehmen kann, die sich radial auf lange Strecken hin verfolgen lassen. In der lebenden Pflanze waren sie wahrscheinlich mit Luft gefüllt und standen durch die Spaltöffnungen bezw. durch die Lenticellen mit der Atmosphäre in Verbindung. Die Parenchymzellen sind sehr dünnwandig und überall mit einfachen kreisrunden oder breitelliptischen Tüpfeln bedeckt. Sie stehen mit wagrechter oder geneigter Längsaxe in einer oder zwei Reihen zu 3 bis 4 nebeneinander über einer Tracheïde des Frühlingsholzes. Nur da, wo sich parenchymatische mit trachealen Elementen berühren, also mit Quer- oder Längstracheïden, bilden sich einseitige Hoftüpfel aus. Bei diesen ist nur nach einer Seite der Hofwand eine Durchbohrung vorhanden, welche sehr weit, viel weiter als bei den zweiseitigen Hoftüpfeln ist. Die Schliesshaut in diesen einseitigen Hoftüpfeln ist nicht, wie bei den zweiseitigen, ungleichmässig verdickt, sondern besitzt in ihrer ganzen Ausdehnung gleiche Stärke. Sie muss in hohem Grade dehnbar gewesen sein, da sie sich ja oft in das Lumen der angrenzenden Tracheïde hineinwölbt und hier zu der oben geschilderten Thyllenbildung Anlass giebt.

Die einschichtigen Markstrahlen erreichen hinsichtlich der übereinander lagernden Stockwerke und auch nach absolutem Maass eine sehr verschiedene Höhe.

Höhe der einschichtigen Markstrahlen.

Wurzelholz I.	Höhe in Zellen.	Höhe in Millim.
Minimum . . .	1	?
Maximum . . .	12	0,66
Durchschnitt .	7	0,35

Wurzelholz II.	Höhe in Zellen.	Höhe in Millim.
Minimum . . .	1	0,02
Maximum . . .	22	0,50
Durchschnitt .	7	0,21

Neben den einschichtigen kommen, wenn auch viel seltener, mehrschichtige Markstrahlen vor. Eine bestimmte Gesetzmässigkeit in dem Verhältniss beider zu einander liess sich nicht auffinden. In dem Wurzelholz I verhalten sich jene zu diesen wie 38 : 1, und in dem Wurzelholz II wie 18 : 1. Mit der grösseren Breite ist gewöhnlich auch eine bedeutendere Höhe verbunden; so maass ich als grösste Höhe eines Markstrahls 1,18 mm. Die Anzahl der Stockwerke lässt sich nicht genau angeben, da die Zellen zu beiden Seiten des eingeschlossenen Harzcanals meist nicht erkennbar sind. In obigem Falle kommen 0,83 mm auf 29 Zellen und 0,35 mm auf den Durchmesser des Harzcanals. Wenn man nun nach Verhältniss die Anzahl der Stockwerke berechnen will, welche letzterem entsprechen, so würde man diesen höchsten Markstrahl auf etwa 41 Stockwerke annehmen können.

Der Harzcanal, welcher nicht immer in der Mitte der mehrschichtigen Markstrahlen liegt (Taf. III. Fig. 9. Hg), wird von Parenchymzellen umgeben, ähnlich wie die vertical verlaufenden Canäle. Im Uebrigen besitzen die mehrschichtigen einen den einschichtigen durchaus analogen Bau.

B. Stamm und Aeste.

Pinus succinifera (Goepp.) **Conw.** Truncorum et ramorum specimina fere omnia mihi visa jam destructione et resinosi mutata.

Corticis exterioris sc. primarii epidermis haud conservata; parenchyma corticis e cellulis sphaeroideis vel subapplanatis teneris, ductus resiniferos schizogenos verticales includentibus efformatum. Cortex interior sc. secundarius e cellulis parenchymatosis amplis teneris et e fistulis cribrosis angustis et e radiis corticalibus uni- vel multiserialibus compositus; priores primum tangentialiter et radialiter ordine perfecto seriatim dispositae, dein radiis corticalibus circinnatim flexuosis plus minusve permutatae. Radii corticales interdum ductum resiniferum includentes. Periderma interius e phellodermate, e subere et e phelloide compositum; phelloidis cellulae valde incrassatae porosae. Cortex secundarius, stratis suberosis et phelloideis exclusis, cavernas copiosas resiniferas lysigenas gerens.

Tafel I und II.

Tafel VI. Fig. 5.

Tafel VII. Fig. 3 und 4.

Pinites anomalus Goeppert. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 31. Taf. XII. Fig. 87.

Physematopitys succinea Goeppert. Ebenda. S. 32. Taf. X. Fig. 74.

Lignum e tracheidibus statu fossili fere semper leptotichis atque e cellulis parenchymatosis compositum. Strata concentrica conspicua, latiora ligni truncorum vel ramorum vetustiorum e zonis tribus (exteriore, media et interiore), angustioribus ligni ramulorum vulgo e zonis duabus (exteriore et media) formata. Tracheides zonae exterioris stratorum latiorum saepe spiraliter striatae, tangentialiter 32,7 μ — 29,7 μ, stratorum angustiorum 28,3 μ — 9 μ latae. Parietum radialium pori stratorum latiorum c. 18,6 μ (22,5 μ — 13,3 μ), angustiorum c. 13,7 μ (18,5 μ — 6,7 μ) alti, areolati, duplici vel multo saepius simplici serie dispositi; parietum tangentialium pori c. 7,5 resp. 6,5 μ alti irregulariter dispositi. Tracheides ligni truncorum vel ramorum vetustiorum interdum membranis tenuissimis horizontaliter expansis instructae.

Parenchyma normale praecipue in ligno aestivali inter tracheides sparsum, e cellulis polygonatis verticaliter perlongatis saepe porosis formatum, semper ductum resini-

ferum, in ligno truncorum c. 0,22 mm (0,29 mm — 0,15 mm), in ligno ramulorum c. 0,12 mm (0,23 mm — 0,05 mm) latum cingens; sectio transversalis 0,78 resp. 2,09 ductus resiniferos pro 1 qmm tenens. Ductus ligni vetustioris figurationibus thylloideis impleti. Parenchyma abnormale particulas sectione transversali concavo-convexas, longitudinali ambitu plerumque oblongas, vel orbem clausum efformans, e cellulis sphaeroideis vel polygonatis minus magisve isodiametricis compositum, serius in cavernam resiniferam transiens.

Radii medullares uni- vel multiseriales, e tracheidibus solis aut e tracheidibus et e cellulis parenchymatosis formati. Tracheides poris minutis orbiculari- vel polygonato-areolatis atque striolis horizontalibus et tangentialibus instructae. Cellulae parenchymatosae 23,8 μ resp. 18,5 μ altae porosae; parietes radiales poros rotundos vel ellipticos pro latitudine tracheidum contiguarum singulatim vel geminatim unica vel duplici serie superpositos atque striolas radiales et tangentiales gerentes. Radii medullares 45,5 resp. 61,4 (45—138) sectione tangentiali pro 1 qmm. Radii uniseriales ligni truncorum vel ramorum vetustiorum usque ad 0,64 mm, vulgo 0,39 mm, ligni ramulorum usque ad 0,27 mm, vulgo 0,13 mm alti, e cellulis 8—9 (1—28) resp. 6 (1—14) compositi. Radii multiseriales ductum resiniferum includentes.

Medullae corona e tracheidibus spiraliter vel annulatim incrassatis et sparsim areolato-porosis formata. Medulla sex- vel multiradiata e cellulis sphaeroideis vel polygonatis saepius porosis composita.

Tafel IV. Fig. 3—6. Tafel VII. Fig. 1—3.
Tafel V. Tafel VIII bis XIV.
Tafel VI. Fig. 1—4.

Pinites succinifer Goeppert und Berendt. Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt. Berlin 1845. S. 61 ff. und S. 89. Tafel II. Fig. 1—8.

Taxoxylum electrochyton Menge. Beitrag zur Bernsteinflora. Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. VI. Band. 1. Heft. Danzig 1858. S. 9. Tafel ohne Nummer. Fig. 3—9.

Pityoxylon succiniferum Kraus, ohne Diagnose, in Schimper's Traité de paléontologie végétale. T. II. Paris 1870—72. p. 377 ff.

Pinites succinifer Goeppert. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 28. Tafel VIII und IX.

Pinites stroboides Goepp. Ebenda S. 29. Taf. X. Fig. 71—73, 75, 76 und 79. Taf. XI. Fig. 80.

Pinites Mengeanus Goepp. Ebenda S. 30. Taf. XI. Fig. 81, 82. Taf. XII. Fig. 83.

Pinites radiosus Goepp. Ebenda S. 31. Taf. XII. Fig. 86.

Picea succinifera Conwentz. Die Bernsteinfichte. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Band IV. Berlin 1886. S. 375 ff.

Hierher gehört fast die ganze Masse aller Holz- und Rindenstücke, welche bisher bekannt geworden sind, und die in mehreren Hunderten von Exemplaren mir zur Untersuchung vorgelegen haben. Da einzelne Fragmente der Rinde noch in Verbindung mit Holz vorkommen, so ist hierdurch der Beweis erbracht, dass beiderlei Reste zusammengehören. Das Holz zeigt eine grosse Variabilität im Bau der Jahresringe und in den Grösseverhältnissen der einzelnen Elemente. Ich bin geneigt, einige der in der Folge zu beschreibenden Stücke für Stammhölzer zu halten, will jedoch von vornherein zugeben, dass sie ebensogut auch älteren Asthölzern angehören können. Die grosse Mehrzahl stellt junge Aeste dar, welche oft noch den Markcylinder einschliessen.

Es sind bereits früher einzelne Holzreste der Bernsteinbäume unter den oben angeführten verschiedenen Namen beschrieben worden. Ich habe schon an einer anderen Stelle bemerkt, dass diese Trennung in mehrere Species unnatürlich ist, und werde bei der Schilderung der anatomischen Verhältnisse noch im Einzelnen darauf zurückkommen.

1. Rinde.

Die Rinde ist mit unbewaffnetem Auge nicht immer als solche zu erkennen. Sie erscheint in jüngerem Stadium als feinfaserige, bräunliche oder schwärzliche Substanz und zeigt erst in vorgerücktem Alter die rundlichen, unregelmässig begrenzten Borkenschuppen. J. F. JOHN[1]) erwähnt schon, dass Rindenstücke, welche der Fichtenrinde gleichen, im Bernstein vorkommen. GOEPPERT hat in seinen beiden Arbeiten über diesen Gegenstand mehrere Rindenstücke angeführt und abgebildet[2]), aber es geht hieraus nicht hervor, dass es sich thatsächlich um Rindentheile handelt; nur einmal bildet er eine kleine Zellgruppe als Epidermiszellen ab[3]), welche zweifellos den Sklerenchymzügen des Korkgewebes (Phelloid HÖHNEL) angehören. Im Uebrigen sind einige von seinen vermeintlichen Rindenstücken als Holztheile aufzufassen, und anderseits können mehrere seiner Zeichnungen von Hölzern nur auf Rindentheile bezogen werden. So enthält z. B. der von ihm in seinem letzten Werke (Taf. I. Fig. 14) abgebildete Einschluss überhaupt keine Rinde, sondern lediglich Holz, worauf ich noch später zurückkommen werde; es ist beiläufig dasselbe Original, welches auch ich hier auf Taf. XV. Fig. 6 abbilde, um andere Verhältnisse daran zu erläutern. Der verdiente Autor sagt, dass die anatomische Structur der Rinde der Bernsteinbäume ganz und gar mit derjenigen der Rinde gegenwärtiger Abietaceen, wie der Kiefer und Fichte, übereinstimme[4]). Hierzu ist einmal zu bemerken, dass die Abietaceen, auch *Pinus* und *Picea*, keineswegs einen gleichförmigen Bau der Rinde besitzen; ausserdem sei daran erinnert, dass GOEPPERT in anderen Fällen oft solche Pflanzenreste abgebildet hat, welche mit recenten durchaus übereinzustimmen scheinen, und dass er überdies viele bekannte Vergleichsbilder von jetztweltlichen Gewächsen geliefert hat. Unter diesen Umständen würde er gewiss jene Rinde ausführlich beschrieben und abgebildet haben, falls er gute Ansichten davon gewonnen hätte; aber er sagt selbst an einer Stelle, dass er zusammenhängende Präparate nicht erlangen konnte, was auf die geringe Brauchbarkeit seines Materials und auf die Unvollkommenheit der von ihm angewandten Hilfsmittel zurückzuführen ist.

Wenn ich jetzt zur Schilderung des anatomischen Baues der Rinde übergehe, so möchte ich vorweg bemerken, dass die Anzahl der von mir aufgefundenen Rindenstücke, zumal im Vergleich zu der Zahl der Holzeinschlüsse, immerhin eine kleine ist: daher bin ich auch nicht in der Lage, die anatomischen Verhältnisse so vollständig und so eingehend darzustellen, wie es später vom Holzkörper geschehen wird.

Die Rinde der Bernsteinbäume, wie die vieler anderer Gewächse, besteht aus zwei, ihrer Entstehung und Zusammensetzung nach, verschiedenen Theilen. Der eine derselben ist direct aus dem Urmeristem hervorgegangen, während der andere nachträglich vom Cambium nach aussen abgeschieden wurde. Wir nennen den ersten die primäre oder Aussenrinde und den letzten die secundäre oder Innenrinde.

Aussenrinde. Reste von Epidermis der jungen Stammtheile habe ich im Succinit nicht auffinden können. Im Allgemeinen genügt die Epidermis mehrjährigen Organen nicht mehr, weil sie diesen keinen ausreichenden Schutz gewährt, auch ist sie nicht im Stande dem Dickenwachsthum derselben zu folgen. Sie wird daher gewöhnlich schon während der ersten Vegetationsperiode, oder doch nach den ersten Jahren abgeworfen, um einem geeigneteren Hautgewebe, dem Oberflächen-Periderm Platz zu machen. Dieses ist resistenter als die Epidermis und besitzt die Fähigkeit, an der Dilatation der primären Rinde sich zu betheiligen. Aber es besteht auch nur durch einige Jahre, bis ein inneres

---

1) JOHN. Naturgeschichte des Succins oder des sogenannten Bernsteins. I. Theil. Köln 1816. S. 220.

2) GOEPPERT u. BERENDT. Der Bernstein. Berlin 1845. S. 65. Taf. I. Fig. 15—18. — GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 7. Taf. I. Fig. 3, 4, 14. Taf. II. Fig. 29, 30, 34. Taf. III. Fig. 41.

3) GOEPPERT. Ebd. Taf. I. Fig. 1. 2.

4) GOEPPERT. Ebd. S. 8.

Periderm auftritt, welches dann zur Borkenbildung Anlass giebt. An einem der jüngsten berindeten Zweige, welche ich im Succinit angetroffen habe, konnte ich das Oberflächen-Periderm auch nicht mehr constatiren, vielmehr gehören die hier vorhandenen Korkzellen bereits dem Innen-Periderm an. Dieser Zweig (Taf. XV. Fig. 4, Taf. VII. Fig. 3, 4 und Taf. VI. Fig. 5) zählt zwölf Jahre, und bei unserer lebenden Kiefer, *Pinus silvestris* L., beginnt die innere Periderm-Bildung bereits im Alter von 8 bis 10 Jahren.

Das Rinden-Parenchym wird aus sphaeroidischen oder polyedrisch abgeplatteten, äusserst zarten Zellen zusammengesetzt, welche im lebenden Zustande Chlorophyll führten und daher den grünen Theil der Rinde bildeten. Durch den Harzfluss in dem vorerwähnten Stücke wurde der Verband hier und da gelockert, in Folge dessen einzelne Zellen frei im Succinit liegen. Diese zeigen eine ganz regelmässige, ellipsoidische Begrenzung, ohne Spur einer Abplattung oder Faltung der Membran; überdies ist durch diese hindurch ihr Zellkern recht deutlich zu erkennen (Taf. VI. Fig. 5). Hieraus ergiebt sich, dass das einschliessende Harz in dünnflüssigem Zustande sehr allmählich ausgetreten sein muss.

Solche Zellen, welche unter ansehnlicher Vergrösserung und vielgestaltiger Ausbildung sklerotisirt sind, habe ich in der Aussenrinde nicht beobachtet. Derartige zerstreute Zellen oder Zellgruppen fehlen auch der lebenden Kiefer, *Pinus silvestris* L., hingegen kommen sie bei *Picea*, *Larix* und *Abies* vor[1]).

Im Rinden-Parenchym treten schizogene Harzgänge auf, welche als Fortsetzung der die Blätter durchziehenden Harzgänge aufzufassen sind. Sie nehmen in senkrechter Richtung einen etwas geschlängelten Verlauf; ob sie unten blind endigen oder in andere, tiefer inserirten Nadeln zugehörige einmünden, habe ich nicht feststellen können. Sie besitzen einen kreisförmigen oder radial etwas zusammengedrückten Querschnitt. Hinsichtlich der Entwickelung dieser Harzcanäle lässt sich aussagen, dass sie durch Auseinanderweichen von Parenchymzellen entstanden, daher intercellulare Gebilde sind, was schon von Link[2]) für die entsprechenden Organe in der primären Rinde der lebenden Abietaceen zuerst richtig erkannt wurde. Die Anordnung der Harzcanäle und ihre Verbreitung im Rindenparenchym ist nicht genau anzugeben; an einigen Stellen gewährt es den Eindruck, als ob sie in einer kreisförmigen Zone lägen.

Ausserdem finden sich zuweilen lysigene Harzgänge oder Harzlücken, wie sie Mohl nennt, welche durch Umwandlung der Membranen benachbarter Zellen des Rindenparenchyms in Harz entstanden sind. Sie besitzen eine grössere Weite als jene und zeigen einen rundlichen, elliptischen oder linsenförmigen Querschnitt; ihre Anordnung ist unregelmässig. Aehnliche Harzlücken kommen auch in recenten Abietaceen, z. B. in *Pinus Strobus* L., *Larix europaea* DC. und *Abies sibirica* Led. vor, wie Mohl[3]) nachgewiesen hat. Bei *Pinus Strobus* L., beschränkt sich ihre Bildung nicht allein auf die parenchymatische Rindenschicht, sondern schreitet auch weiter nach innen, sodass man bei älteren Bäumen diese Lücken vielfach in der inneren Rinde findet. Hingegen fehlen sie nach demselben Autor in der ganzen Rinde von *Pinus silvestris* L., *P. nigricans* Host., *Picea excelsa* Lk. und *Abies pectinata* DC.

Endlich treten in der primären Rinde der Bernsteinbäume noch andere Harzlücken auf, welche aus schizogenen Canälen, deren Randpartie nach und nach aufgelöst wurde, hervorgegangen sind. Man kann diese nach Tschirch[4]) als schizo-lysigene Räume bezeichnen. Auf Grund des beschränkten Materials lässt sich über deren Anordnung und Verbreitung nichts aussagen. Wenn in späterem Alter die grüne Rinde mit den schizogenen Harzbehältern, in Folge innerer Peridermbildung, theilweise oder gänzlich abgeworfen wurde, verschwanden die schizogenen Intercellularen allmählich, aber an ihrer Stelle bildeten sich immer von Neuem lysigene Harzräume aus.

---

1) Moeller. Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882. S. 8. 19.
2) Link. Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Göttingen 1807. S. 91.
3) Mohl. Ueber die Gewinnung des venetianischen Terpenthins. Botanische Zeitung XVII. Jahrgang. Leipzig 1859. S. 329 ff.
4) Tschirch. Angewandte Pflanzen-Anatomie. I. Band. Wien und Leipzig 1889. S. 517.

Die **Innenrinde** liegt zwischen der Aussenrinde und dem Cambium, und ist aus diesem, also secundär hervorgegangen. Sie besteht aus Parenchymzellen, Siebröhren und Rindenstrahlen. Die beiden ersten Elemente zeigen in den inneren Partien eine Anordnung in radiale und tangentiale Reihen; nach aussen werden diese regelmässige Anordnung und der Zusammenhang gelockert. Die Parenchymzellen sind sehr weit, tonnenförmig, dünnwandig und ungetüpfelt (Taf. I. Fig. 1 und 2. P. und Taf. II. Fig. 2. P.); sie bilden senkrechte Ketten und weisen zum Theil einen braunen Inhalt auf, der die Zellwände selbst durchtränkt hat. Bei lebenden Abietaceen kommen gleichfalls solche Parenchymzellen mit einer homogenen, braungelb gefärbten Masse, in welche gewöhnlich Krystalle eingebettet sind, vor[1]); von letzteren ist in den vorliegenden Präparaten nichts zu erkennen. Das Parenchym bildet zumeist nur einzellige tangentiale Reihen, welche die breiten Bänder von Siebröhren trennen, und tritt daher gegen diese sehr in den Hintergrund. Die Siebröhren sind lange, enge und gleichfalls zartwandige Röhren, deren Querschnitt rechteckig und radial verkürzt ist. (Taf. I. Fig. 1, 2 und 5 S. und Taf. II. Fig. 1 und 2 S.) Die radialen Seiten- und auch die schrägen Endflächen sind ziemlich gleichmässig mit Siebplatten besetzt, welche einen rundlichen oder mehr elliptischen Contur mit längerer Queraxe zeigen. Sie sind stets in einer Verticalreihe angeordnet und lassen kleine Abstände zwischen sich. Die Platten selbst sind vorzüglich erhalten, denn die feine Gitterung ist sehr deutlich zu erkennen (Taf. II. Fig. 1). Es fehlen die zerstreuten Steinzellen, wie bei unserer heutigen Kiefer, *Pinus silvestris* L.; hingegen kommen solche bei den recenten *Picea*, *Larix* und *Abies* vor[2]).

Die Rindenstrahlen sind sehr zahlreich und setzen sich ausschliesslich aus Parenchymzellen zusammen, welche unregelmässig geformt, sehr weit und dünnwandig sind. In der Horizontalebene erscheinen diese wurmförmig gekrümmt, tangential abgerundet rechteckig (Taf. II. Fig. 2 und 3) und radial quergestreckt elliptisch oder auch rhombisch (Taf. I. Fig. 2. Rs.). Sie bilden bald ein lockeres, bald ein regelmässiges rhombisches Gewebe; in letzterem Falle erhält man Bilder, welche an GOEPPERT'S Bild von *Pinites anomalus*[3]) erinnern. Die Parenchymzellen der Rindenstrahlen sind viel weiter, als die der Markstrahlen, und nehmen nach aussen an tangentialer Breite zu. Da nämlich die Siebröhren an der peripherischen Ausdehnung der Rinde nicht theilhaben, so kommt lediglich den Rindenstrahlen diese Rolle zu. Die Erscheinung, dass die Parenchymzellen im Rindenstrahl breiter sind, als im Markstrahl, ist im ganzen Pflanzenreich sehr verbreitet. Abgesehen von ähnlichen Verhältnissen bei unseren recenten Abietaceen, tritt sie besonders auffällig bekanntlich bei der Linde hervor[4]), während anderseits bei der Eiche beiderlei Zellen ungefähr die gleiche Breite haben. Gewöhnlich bestehen die Rindenstrahlen, tangential gesehen, nur aus einer Schicht, jedoch finden sich daneben, ebenso wie z. B. bei der lebenden Kiefer und Fichte, auch solche, die in der mittleren Partie mehrschichtig sind und hier einen schizogenen Harzcanal einschliessen. (Taf. II. Fig. 2 und 3 Hg.) Diese Harzgänge bilden die Fortsetzung derjenigen in den Markstrahlen des Holzes, sind aber erheblich weiter als diese, und

---

1) MOELLER. Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882. S. 21. Fig. 4.

2) MOELLER. Ebd. S. 10, 19.

3) GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. Taf. XII. Fig. 87. Ich bin überhaupt der Meinung, dass diese Species auf eine Rinden- und nicht auf eine Holzansicht gegründet ist, und dass daher die Tracheïden mit Hoftüpfeln in seiner Zeichnung nichts anderes als Siebröhren sind. Die Darstellung der „Markstrahlen mit den querovalen, die ganze Breite der Zellen einnehmenden Tüpfeln" beruht auf einem Irrthum, zumal die Tüpfel nicht über die Wand der benachbarten Tracheïden hinweggehen können, wie es von GOEPPERT gezeichnet ist. Wenn man erwägt, dass er mit sehr unvollkommenen Hilfsmitteln arbeitete, und daher auch nicht in der Lage war, das Bild des Präparates naturgetreu wiederzugeben, so wird man jene Täuschung für erklärlich und meine Deutung für zulässig halten. In der Diagnose von *P. anomalus* führt GOEPPERT an, dass das Holz deutliche Jahresringe zeige, jedoch ist in dem abgebildeten Radialschnitt hiervon nichts zu sehen, und andere Ansichten sind nach dem Autor unbekannt. Leider habe ich das Original nicht auffinden können.

4) Vgl. z. B. HANSTEIN. Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Baumrinde. Berlin 1853. Taf. I. Fig. 3. — KNY. Botanische Wandtafeln. Berlin 1876. Taf. XV.

können schon mit blossem Auge deutlich gesehen werden. Es kommt auch vor, dass die Zellen, welche diese Canäle einschliessen, aufgelöst und in Harz umgewandelt werden; auf diese Weise entstehen dann horizontale schizo-lysigene Harzgänge[1]). Die Rindenstrahlen zeigen im Querschnitt durchweg die eigenthümliche Ablenkung von der radialen Richtung und nehmen mehr oder weniger einen zickzackartigen Verlauf. Hierdurch wird gleichzeitig die Anordnung der Siebröhren und Parenchymzellen verändert, weshalb deren Querschnitt immer etwas verzogen erscheint. (Taf. I. Fig. 1.)

Ausser diesen schizogenen Intercellularen kommen in der Innenrinde auch noch lysigene vor, auf welche ich später zurückkommen werde. (Taf. II. Fig. 4.)

Aehnlich wie in der Aussenrinde, aber in weit grösserem Maasse, tritt auch hier ein inneres Periderm auf, und zwar setzen sich die neuen Lagen desselben flach bogenförmig nach innen an und schneiden auf diese Weise einzelne Rindenstücke als **Borke** ab (Taf. I. Fig. 3). Das Periderm besteht aus dem Korkrindengewebe oder Phelloderm (SANIO) und der Korkschicht oder Phellem (HÖHNEL), und letzteres setzt sich wiederum aus echtem Kork und aus Phelloid (HÖHNEL) zusammen; das Korkcambium oder Phellogen (NAEGELI), aus welchem diese Schichten in centripetaler bzw. centrifugaler Richtung abgeschieden sind, ist in seiner ursprünglichen Form nicht mehr erhalten. Das Rindengewebe wird aus rundlichen oder etwas abgeplatteten Zellen gebildet, welche rothbraun gefärbt und etwas dickwandig sind. In diese Schicht greifen die lysigenen Harzgänge der Innenrinde über, welche in beträchtlicher Zahl auftreten und zuweilen in tangentialen Reihen erscheinen (Taf. I. Fig. 3 u. 4 Hg.); sie sind mehr oder weniger kreisförmig umgrenzt und können sich zu recht grossen Räumen erweitern, die jedenfalls wesentlich an der Harzproduction in der Rinde betheiligt gewesen sind. Der Kork selbst besteht aus schmalen Schichten tafelförmiger, dünnwandiger Zellen von rothbrauner Farbe und ebensolchem Inhalt, welche lückenlos aneinander schliessen. Hiermit wechseln breitere Lagen (bis elf Zellen) tafelförmiger, aber sehr dickwandiger und poröser Zellen ab, die mit seitlichen Ausbuchtungen fest ineinander greifen (Taf. I. Fig. 4, Stk.[2]), Taf. II. Fig. 5, Stk. u. Fig. 6); sie sind rothgelb bis fuchsroth gefärbt und führen auch einen rothbraunen Inhalt. Wenn wir unter den verwandten Bäumen der gegenwärtigen Flora Umschau halten, so finden wir eine ähnliche schichtenweise Sklerotisirung der Korkschicht bei *Pinus*, *Picea* und *Larix*; von den sklerotisirten Zellen aus dem Phellem der Kiefer, *Pinus silvestris* L. liefert SCHACHT[3]) ein Bild, welchem GOEPPERT'S Zeichnung der entsprechenden Zellen aus der Rinde der Bernsteinbäume sehr ähnlich sieht[4]). Ich habe schon oben darauf hingewiesen, dass der letztgenannte Autor diese Gebilde irrthümlich als Epidermiszellen aufgefasst hat. Die Rinde von *Larix* zeichnet sich dadurch aus, dass die dickwandigen Schichten ganz zurücktreten, während der dünnwandige Kork massenhaft entwickelt ist. Man hielt früher die Sklerenchymzüge im Korkgewebe der lebenden Kiefer für echten Kork und bezeichnete sie als Steinkork. Erst F. VON HÖHNEL hat mit Hilfe chemischer Reactionen den Nachweis geführt, dass dieselben nicht verkorkt, sondern stark verholzt sind, und nannte diese sklerotischen Schichten, welche in der Form

---

1) Ich vermuthe, dass die von GOEPPERT gegebene Abbildung von *Physematopitys succinea* (Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 32. Taf. X. Fig. 74) der Tangentialansicht einer Rinde entspricht, denn der von ihm gezeichnete mehrschichtige Markstrahl erinnert in seinem unregelmässigen Bau und in der Dünnwandigkeit der Zellen an einen Rindenstrahl mit einem in Auflösung begriffenen Harzgang. Das Original, welches GOEPPERT nur in der einen Tangentialansicht bekannt war, konnte ich mit Sicherheit nicht feststellen.

2) Auf der, schon vor längerer Zeit angefertigten, ersten lithographischen Tafel hatte ich die Abkürzung Stk. für Steinkork gewählt. Nachdem ich später von HÖHNEL'S Arbeit über den Kork und verkorkte Gewebe überhaupt (Sitzungsberichte der Math.-Naturw. Classe der Kaiserl. Academie der Wissenschaften. LXXVI. Bd. I. Abth. 1877. Wien 1878. S. 507 ff.) Kenntniss genommen hatte, gelangte ich zu der Ansicht, dass die hier in Rede stehenden Zellen nicht zum eigentlichen Kork, sondern zu HÖHNEL'S Phelloidgewebe zu rechnen sind.

3) SCHACHT. Der Baum. Berlin 1853. S. 226. Fig. 52.

4) GOEPPERT. Die Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. Taf. I. Fig. 2.

und Lagerung der Zellen dem Kork sehr ähnlich, aber doch kein echter Kork sind, Phelloid[1]). In den Lagen dünnwandiger Korkzellen reisst das Periderm auseinander, in Folge dessen sich einzelne Rindenstücke als Schuppenborke ablösen, worin man hin und wieder auch noch Theile von Siebröhren (Taf. I. Fig. 5. S.) und Rindenstrahlen (Taf. II. Fig. 5 rechts) erkennen kann. Die Schuppenborke ist linsenförmig oder flachmuschelig, wellig umgrenzt und äusserst dünn. In der Form und Grösse der Schuppen herrscht nicht immer Uebereinstimmung, was wahrscheinlich durch die verschiedene Oertlichkeit ihres Vorkommens hervorgerufen wird. Bekanntlich sind auch bei unserer gemeinen Kiefer die Borkenschuppen am Grunde des Stammes und an dessen Wipfel, sowie an den Aesten durchaus verschieden.

Die Frage, in welchem Alter die innere Periderm und Borke-Bildung bei den baltischen Bernsteinbäumen erfolgt ist, lässt sich schwerlich entscheiden. Wie oben erwähnt, besitzt ein Ast von zwölf Jahren inneres Periderm; woraus sich ergeben würde, dass dasselbe schon früher als im zwölften Jahre angelegt worden ist. Die lebenden Abietaceen verhalten sich sehr verschieden, wie MOHL[2]) gezeigt hat. Bei *Pinus silvestris* L. und *P. nigricans* HOST. entsteht das Periderm im 8. bis 10. Jahre und bei *P. Strobus* L. im 12. bis 15. Jahre oder noch später. An einem sehr regelmässig gewachsenen 48jährigen Stamme von *Abies pectinata* DC. sah MOHL erst an einigen Stellen ausgebildete Borkeschuppen, während die übrige Rinde noch ihr unverändertes, mit Periderm überzogenes Parenchym besass. Bei *Pinus silvestris* L. geht übrigens der grössere Theil der Innenrinde frühzeitig in Borke über, während sie bei *P. nigricans* HOST. eine ziemliche Dicke behält. Indessen halte ich dafür, dass der Zeitpunkt der ersten Borkebildung nicht so sehr eine specifische Eigenthümlichkeit, als vielmehr von individuellen und atmosphärischen Verhältnissen, vornehmlich von Luftzutritt und Sonnenwärme, abhängig ist. An demselben Baume sogar beginnt dieser Process zu ganz verschiedenen Zeiten auf der Nord- und Südseite der Peripherie, umsomehr wenn jener am Rande des Waldes steht.

2. Holz.

Der Rohbernstein des Handels, zumal gewisse Sorten desselben (Firniss), sind garnicht arm an Holzresten. Dünnere Aeste finden sich zuweilen ihrem ganzen Umfange nach eingeschlossen, und das Westpreussische Provinzial-Museum besitzt u. a. ein solches Stück von 4 cm Durchmesser, welches ringsum auf eine Länge von 14 cm von Succinit umgeben ist. Ausserdem kommen einzelne kleinere und grössere Bruchstücke vor, die sich parallel den Jahreslagen von umfangreicheren Hölzern abgelöst haben; sie mögen Stämmen oder älteren Aesten angehört haben. Diese Stücke lassen sich schon mit blossem Auge durch den reichen Gehalt an Harz, das sich oft auch in Spalten des Holzes abgelagert hat, als Reste der Bernsteinbäume erkennen. Das fossile Holz ist im Allgemeinen sepiabraun, glatt und oft glanzlos; viele Stücke sind im Wasser abgerollt.

Wenn man das Holz der Bernsteinbäume in horizontaler Richtung anschleift, so erkennt man oft schon mit unbewaffnetem Auge concentrische Wachsthums-Schichten, die aber nicht immer je einem **Jahresringe,** sondern zuweilen einer Serie von Jahresringen entsprechen. In einzelnen Fällen sind diese letzteren aber so weit und so deutlich, dass man sie auch makroskopisch unterscheiden kann, in den meisten Fällen ist dies erst durch mikroskopische Betrachtung möglich. Auch an anderen fossilen Hölzern, an bituminösen wie verkieselten, habe ich eine ähnliche Erscheinung wiederholt wahrnehmen

---

[1]) Herr Professor VON HÖHNEL war so freundlich, auf Grund einer von mir eingesandten Zeichnung, die Analogie des Phelloidgewebes bei *Pinus succinifera* mit dem bei *Pinus silvestris* L. besonders zu bestätigen.

[2]) MOHL. Ueber die Gewinnung des venetianischen Terpenthins. Botanische Zeitung XVII. Jahrg. Leipzig 1859. S. 329. ff.

können. Anderseits kommt es z. B. bei fossilen Araucariaceen vor, dass man zwar mit unbewaffnetem Auge concentrische Zuwachszonen sieht, aber unter dem Mikroskop dieselben nicht nachweisen kann. In diesen Fällen ist anzunehmen, dass die Sommerzellen, wenn sie auch nicht durch die Form und Wandstärke erkennbar sind, in ihrem optischen Verhalten von den anderen Tracheïden abweichen. Im Astholz lebender Coniferen ist das zeitweise Aussetzen der Jahresringe wiederholt beobachtet worden. TH. HARTIG[1]) erwähnt einen 15- bis 20jährigen Ast von *Cupressus sempervirens* L. mit drei und einen 25jährigen Ast mit neun Jahresringen. KRAUS[2]) beobachtete sogar völlig jahrringlose Aeste von *Widdringtonia juniperoides* ENDL., *Salisburia adiantifolia* SM. und *Callitris quadrivalvis* VENT.

Die Breite der Jahresringe ist im Holze der Bernsteinbäume, wie in den meisten anderen fossilen und recenten Hölzern, sehr wechselnd. Schon H. v. MOHL[3]) hat für einige lebende Coniferen nachgewiesen, dass die Breite jedes Jahresringes im Stamme nicht constant ist, sondern von unten nach oben zunimmt; P. SCHUPPAN[4]) hat neuerdings dies Ergebniss bestätigt und dahin erweitert, dass die Breite der Jahresringe nach dem Wipfel hin ein Maximum erreicht und dann wieder fällt. Aus Mangel an geeignetem Material konnte ich vergleichende Untersuchungen am Stammholz der Bernsteinbäume nicht ausführen. Es giebt einige Stücke mit auffallend weiten Jahresringen (Taf. VIII. Fig. 3), und diese rechne ich dem Stamm- bezw. älteren Astholz zu; leider weist das eine nur sieben und das andere nur acht Jahresringe auf. Ich bemerke ausdrücklich, dass in dieser wie in den folgenden Tabellen die sog. Stammhölzer ebensogut älteren Aesten angehören können; ich wähle jene Bezeichnung wegen der Kürze und deshalb, weil diese Stücke in der That den Typus des Stammholzes zeigen.

Stammholz I.

Jahresring.	Breite des Jahresringes in Zellen.	Breite des Jahresringes in Millim.
n + 1	?	?
n + 2	73	2,23
n + 3	109	3,36
n + 4	116	3,28
n + 5	98	2,63
n + 6	71	1,91
n + 7	44	1,52

Stammholz II.

Jahresring.	Breite des Jahresringes in Zellen.	Breite des Jahresringes in Millim.
n + 1	?	?
n + 2	54	1,80
n + 3	48	1,60
n + 4	61	1,89
n + 5	47	1,48
n + 6	46	1,43
n + 7	48	1,50
n + 8	52	1,78

Der Verlauf der Jahresringe in den Asthölzern ist im Allgemeinen ein regelmässiger. Sie sind eng (Taf. IV. Fig. 6, Taf. VII. Fig. 3. Taf. VIII. Fig. 2), oft sehr eng, und bilden beinahe concentrische Kreise; falls der Markcylinder nicht in der Mitte des Querschnittes liegt, wird die Begrenzung elliptisch. Der schmalste Ring, welchen ich gesehen habe, ist 68 bis 84 μ dick und besteht in radialer Richtung aus drei bis vier Frühjahrs- und aus einer bis zwei Sommerzellen. Ich gebe hier eine Zusammenstellung der Maasse der Jahresringbreiten von mehreren Asthölzern.

[1]) TH. HARTIG. Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. Berlin 1840—51. S. 86.

[2]) KRAUS. Mikroskopische Untersuchungen über den Bau lebender und vorweltlicher Nadelhölzer. S. 146.

[3]) MOHL. Ein Beitrag zur Lehre vom Dickenwachsthum des Stammes der dicotylen Bäume. Botanische Zeitung. XXVII. Jahrgang. Leipzig 1869. S. 1 ff.

[4]) SCHUPPAN. Beiträge zur Kenntniss des Holzkörpers der Coniferen. Inaug.-Diss. Halle a. S. 1889. S. 10.

Asthölzer.

Jahresring.	Astholz I.		Astholz II.		Astholz III.		Astholz IV.	
	Breite des Jahresringes in Zellen.	Breite des Jahresringes in Millim.	Breite des Jahresringes in Zellen.	Breite des Jahresringes in Millim.	Breite des Jahresringes in Zellen.	Breite des Jahresringes in Millim.	Breite des Jahresringes in Zellen.	Breite des Jahresringes in Millim.
1	32	0,385	20	0,265	21	0,246	40	0,423
2	37	0,528	54	0,720	39	0,529	55	0,642
3	33	0,396	32	0,447	20	0,235	25	0,277
4	27	0,407	20	0,315	25	0,397	33	0,425
5	28	0,418	25	0,412	32	0,559	26	0,307
6	19	0,297	26	0,447	31	0,500	18	0,219
7	16	0,264	20	0,332	27	0,485	22	0,315
8	17	0,264	24	0,459	33	0,559	20	0,273
9	16	0,242	18	0,359	29	0,617	17	0,380
10	18	0,286	15	0,315	25	0,397	16	0,248
11	23	0,330	22	0,429	31	0,559	16	0,263
12	20	0,319	23	0,470	27	0,500	20	0,336
13	22	0,363	21	0,444	24	0,500	17	0,277
14	16	0,264	21	0,435	25	0,515	21	0,336
15	23	0,341	26	0,473	16	0,294	19	0,329
16	18	0,297	22	0,464	27	0,515	14	0,292
17	14	0,264	23	0,462	28	0,529	21	0,394
18	13	0,253	17	0,373	21	0,397	18	0,350
19	21	0,363	15	0,235	21	0,353	17	0,277
20	23	0,418	18	0,397	15	0,323	19	0,336
21	24	0,451	17	0,271	31	0,426	18	0,380
22	18	0,319	14	0,226	25	0,382	19	0,321
23	22	0,418	15	0,335	22	0,353	29	0,511
24	22	0,407	9	0,185	18	0,294	27	0,350
25	16	0,363	12	0,255	16	0,309		
26	17	0,308	15	0,261	12	0,250		
27	16	0,330	13	0,258	23	0,456		
28	11	0,220	13	0,253	11	0,250		
29			17	0,315	16	0,279		
30			18	0,409	21	0,353		
31					16	0,246		
32					6	0,147		
33					14	0,250		
34					14	0,220		
35					20	0,323		
36					14	0,250		
37					11	0,162		
38					13	0,206		
39					15	0,250		
40					15	0,246		
41					12	0,176		
42					7	0,118		
43					10	0,176		

Ich schliesse hieran die zweite Serie von Hölzern, deren erste Jahresringe nicht erhalten sind.

Astholz VI.

Jahresring.	Breite des Jahresringes in Zellen.	Breite des Jahresringes in Millim.
n + 1	?	?
n + 2	25	0,412
n + 3	20	0,323
n + 4	30	0,470
n + 5	23	0,441
n + 6	38	0,661
n + 7	27	0,515
n + 8	25	0,456
n + 9	22	0,412
n + 10	32	0,515
n + 11	25	0,441
n + 12	17	0,302
n + 13	19	0,397
n + 14	19	0,353
n + 15	24	0,470
n + 16	32	0,588
n + 17	26	0,515
n + 18	22	0,441
n + 19	22	0,426
n + 20	21	0,338
n + 21	16	0,294
n + 22	19	0,397
n + 23	17	0,338
n + 24	17	0,338
n + 25	15	0,309
n + 26	14	0,323
n + 27	14	0,353
n + 28	11	0,294
n + 29	12	0,309
n + 30	14	0,353
n + 31	12	0,309
n + 32	16	0,368
n + 33	16	0,382
n + 34	15	0,368
n + 35	12	0,338
n + 36	10	0,250

Astholz VII.

Jahresring.	Breite des Jahresringes in Zellen.	Breite des Jahresringes in Millim.
n + 1	21	0,226
n + 2	26	0,322
n + 3	26	0,367
n + 4	22	0,316
n + 5	23	0,287
n + 6	24	0,387
n + 7	25	0,279
n + 8	23	0,395
n + 9	25	0,436
n + 10	17	0,267
n + 11	19	0,261
n + 12	16	0,264
n + 13	23	0,376
n + 14	19	0,294
n + 15	22	0,370
n + 16	23	0,370
n + 17	14	0,200
n + 18	20	0,329
n + 19	20	0,336
n + 20	14	0,194
n + 21	12	0,191
n + 22	10	0,159
n + 23	15	0,229
n + 24	17	0,267
n + 25	22	0,359
n + 26	22	0,406
n + 27	28	0,457
n + 28	24	0,467
n + 29	19	0,323
n + 30	25	0,359
n + 31	32	0,529

Was die Zusammensetzung der Jahresringe betrifft, so sind in den weiten Jahresringen derjenigen Stücke, welche ich als Stammhölzer bezeichne, alle drei Schichten gleichmässig ausgebildet; hingegen bestehen die engen Jahresringe der dünneren Aeste vorherrschend oder ausschliesslich aus der mittleren

und äusseren Schicht, während die innere mehr zurücktritt oder gänzlich fehlt (Taf. V. Fig. 5, Taf. VIII. Fig. 2, Taf. XI. Fig. 1, Taf. XII. Fig. 1, Taf. XIII. Fig. 5 u. a. m.). In Folge dessen herrschen im Querschnitt die polygonalen, meist sechseckigen Zellen durchaus vor, ja das ganze Frühjahrsholz besteht aus solchen, und nur die wenigen Zellen des Sommerholzes zeigen einen rechteckigen, radial verkürzten Querschnitt. Die Tracheïden sind in den vorliegenden Hölzern fast ausnahmelos dünnwandig, jedoch ist diese Erscheinung, ebenso wie in den oben bezeichneten Wurzelhölzern, durchaus pathologisch. Nachdem ich bereits durch einige Jahre lediglich Präparate mit dünnwandigen Tracheïden erhalten hatte, fand ich erst in letzter Zeit einzelne Stücke, wo local noch die ursprüngliche Wandstärke vorhanden ist (Taf. IV. Fig. 3). Die Tracheïden schliessen zu einem festen Gewebe aneinander und bilden zwischen sich (Taf. V. Fig. 5) und mit den Markstrahlen Intercellulargänge (Taf. IX. Fig. 4. I), welche kleiner und weniger zahlreich, als im Wurzelholz sind.

Die Gestalt der **Tracheïden** ist dieselbe, wie die im Wurzelholz. Hinsichtlich der Grösse kann ich hier auch nur die Breite der Tracheïden angeben, weil es mir nicht gelang eine grössere Anzahl unversehrter Zellen so zu isoliren, um die Länge derselben zu messen. Ich gebe nachstehend die Maasse von beiden Stamm- und einigen Asthölzern.

Breite der Tracheïden in Stammhölzern.

Jahresring.	Stammholz I.
n + 1	30,0 μ
n + 2	31,7 μ
n + 3	29,7 μ
n + 4	30,3 μ
n + 5	31,0 μ
n + 6	30,0 μ
n + 7	29,7 μ

Jahresring.	Stammholz II.
n + 1	30,7 μ
n + 2	31,7 μ
n + 3	31,3 μ
n + 4	32,3 μ
n + 5	31,7 μ
n + 6	31,0 μ
n + 7	32,3 μ
n + 8	32,7 μ

Breite der Tracheïden in Asthölzern.

Jahresring.	Astholz I.	Astholz II.	Astholz III.	Astholz IV.	Jahresring.	Astholz I.	Astholz II.	Astholz III.	Astholz IV.
1	15,3 μ	13,2 μ	12,0 μ	9,0 μ	22	21,6 μ	25,7 μ	22,0 μ	21,0 μ
2	15,3 μ	14,2 μ	13,7 μ	11,7 μ	23	22,5 μ	25,0 μ	21,3 μ	22,0 μ
3	16,2 μ	14,3 μ	16,0 μ	11,7 μ	24	23,4 μ	25,3 μ	22,0 μ	21,7 μ
4	18,0 μ	14,8 μ	15,7 μ	13,0 μ	25	25,2 μ	25,0 μ	21,0 μ	
5	18,9 μ	15,0 μ	15,7 μ	13,7 μ	26	26,0 μ	25,0 μ	21,7 μ	
6	18,0 μ	16,0 μ	17,0 μ	17,0 μ	27	27,0 μ	25,3 μ	22,3 μ	
7	19,8 μ	16,7 μ	16,3 μ	16,7 μ	28	27,0 μ	26,0 μ	22,3 μ	
8	20,7 μ	17,7 μ	17,7 μ	18,7 μ	29		26,0 μ	22,7 μ	
9	19,8 μ	18,3 μ	18,0 μ	18,3 μ	30		26,3 μ	22,0 μ	
10	19,8 μ	19,3 μ	18,7 μ	20,3 μ	31			22,7 μ	
11	19,8 μ	20,0 μ	20,3 μ	21,3 μ	32			22,3 μ	
12	21,6 μ	20,7 μ	20,0 μ	20,7 μ	33			22,0 μ	
13	19,8 μ	22,7 μ	21,0 μ	19,3 μ	34			21,0 μ	
14	20,7 μ	22,7 μ	20,3 μ	19,7 μ	35			21,7 μ	
15	21,6 μ	23,3 μ	21,3 μ	21,3 μ	36			22,3 μ	
16	22,0 μ	23,3 μ	20,7 μ	21,0 μ	37			22,7 μ	
17	21,6 μ	23,7 μ	21,7 μ	20,0 μ	38			23,0 μ	
18	19,8 μ	24,0 μ	21,7 μ	21,3 μ	39			24,0 μ	
19	23,4 μ	24,7 μ	21,7 μ	20,0 μ	40			24,3 μ	
20	19,8 μ	25,0 μ	22,0 μ	21,3 μ	41			23,7 μ	
21	20,7 μ	25,0 μ	21,0 μ	20,7 μ	42			24,0 μ	

Hieran schliesse ich die Maasse von drei anderen Stücken, welche die ersten Jahresringe zwar nicht enthalten, aber dennoch ein ziemlich vollständiges Bild liefern, da die Horizontalschliffe den Eindruck machen, als ob nur wenige Holzringe fehlten.

Jahresring.	Astholz V.
n + 1	22,8 μ
n + 2	22,3 μ
n + 3	23,7 μ
n + 4	22,7 μ
n + 5	23,3 μ
n + 6	23,3 μ
n + 7	22,7 μ
n + 8	23,0 μ
n + 9	25,0 μ
n + 10	26,7 μ
n + 11	25,0 μ
n + 12	27,0 μ
n + 13	26,0 μ
n + 14	27,3 μ
n + 15	26,3 μ
n + 16	25,7 μ
n + 17	26,3 μ
n + 18	26,3 μ
n + 19	26,0 μ
n + 20	28,3 μ

Jahresring.	Astholz VI.
n + 1	14,0 μ
n + 2	16,7 μ
n + 3	17,0 μ
n + 4	17,7 μ
n + 5	18,3 μ
n + 6	20,3 μ
n + 7	20,0 μ
n + 8	19,3 μ
n + 9	18,7 μ
n + 10	21,0 μ
n + 11	20,7 μ
n + 12	19,0 μ
n + 13	20,0 μ
n + 14	19,7 μ
n + 15	20,7 μ
n + 16	21,0 μ
n + 17	19,7 μ
n + 18	21,3 μ
n + 19	22,3 μ
n + 20	22,0 μ
n + 21	23,0 μ
n + 22	24,7 μ
n + 23	25,0 μ
n + 24	23,3 μ
n + 25	25,0 μ
n + 26	25,7 μ
n + 27	24,7 μ
n + 28	26,3 μ
n + 29	25,0 μ
n + 30	26,3 μ
n + 31	24,7 μ
n + 32	25,3 μ
n + 33	25,3 μ
n + 34	25,7 μ
n + 35	26,7 μ
n + 36	27,0 μ

Jahresring.	Astholz VII.
n + 1	13,7 μ
n + 2	14,4 μ
n + 3	16,0 μ
n + 4	18,7 μ
n + 5	18,4 μ
n + 6	17,7 μ
n + 7	16,4 μ
n + 8	17,0 μ
n + 9	17,7 μ
n + 10	17,3 μ
n + 11	17,8 μ
n + 12	16,7 μ
n + 13	17,3 μ
n + 14	17,2 μ
n + 15	17,5 μ
n + 16	17,0 μ
n + 17	17,1 μ
n + 18	18,0 μ
n + 19	18,0 μ
n + 20	17,7 μ
n + 21	17,6 μ
n + 22	18,2 μ
n + 23	17,2 μ
n + 24	18,9 μ
n + 25	18,2 μ
n + 26	18,1 μ
n + 27	17,8 μ
n + 28	17,8 μ
n + 29	18,5 μ
n + 30	18,5 μ
n + 31	18,8 μ

Aus diesen Tabellen geht hervor, dass die tangentiale Breite der Tracheïden wesentlichen Schwankungen unterworfen ist; dies zeigt sich namentlich in den dünneren Asthölzern, wo man die Maasse durch eine grössere Zahl von Jahresringen verfolgen kann.

Im Astholz I steigt sie von 15,3 auf 27,0 μ,
" " II " " " 13,2 " 26,3 μ,
" " III " " " 12,0 " 24,0 μ,
" " IV " " " 9,0 " 21,7 μ,
" " V " " " 22,8 " 28,3 μ,
" " VI " " " 14,0 " 27,0 μ,
" " VII " " " 13,7 " 18,8 μ.

Es lässt sich aber insofern eine Gesetzmässigkeit erkennen, als die Breite von innen nach aussen zunimmt, und zwar kann sie auf mehr als das Doppelte anwachsen. Diese Zunahme nach der Peripherie hin geschieht nicht gleichmässig, sondern stärker in den ersten Jahren und schwächer in den späteren, bis eine bestimmte Grösse erreicht ist, welche nahezu constant bleibt. Zwei vorzügliche Beispiele hierfür bieten das Astholz III und IV. Im dritten nimmt die Zellbreite vom ersten bis zum elften Jahre um 8,3 μ zu und schwankt dann innerhalb der folgenden 31 Jahre nur um 4 μ; im vierten Exemplar wächst die Zellbreite vom ersten bis zum elften Jahre um 12,3 μ und schwankt während der nächsten dreizehn Jahre um 2,7 μ. In den beiden Stammhölzern ist die Veränderlichkeit in der Weite der Tracheïden nicht so ausgeprägt, wie in den dünnen Asthölzern; denn einmal gehören jene voraussichtlich den äusseren Lagen an, und ausserdem bestehen sie nur aus sehr wenigen Jahresringen. Immerhin kann man in dem zweiten Stammholz eine Zunahme der tangentialen Zellbreite nach aussen wahrnehmen. Ausserdem aber ergiebt sich aus obigen Zahlen zur Evidenz, dass die Weite der Tracheïden im Astholz geringer ist, als im Stammholz, und in diesem wieder erheblich geringer als im Wurzelholz. Diese Differenzen sind so bedeutend, dass sich die tangentiale Breite der Tracheïden im ersten Jahresring eines Astholzes (IV) zu der tangentialen Breite der Tracheïden im letzten Jahresring eines Wurzelholzes (I) wie 9 : 64,4 verhält, d. h. letztere ist mehr als sieben mal so gross als erstere. Diese Thatsachen stimmen wohl überein mit den an lebenden Nadelhölzern gemachten Beobachtungen, wie die oben angeführten Arbeiten von SANIO und Ew. SCHULZE zur Genüge darthun.

Die Seitenwände der Tracheïden des Frühjahrs- und Sommerholzes sind mit **Hoftüpfeln** bekleidet, welche zwei oder gewöhnlich eine continuirliche Längsreihe bilden, ohne sich gegenseitig zu berühren; stellenweise kommen Unterbrechungen vor, namentlich im mittleren Theile, wo man zuweilen keinen einzigen Tüpfel wahrnehmen kann. Diese ungleichmässige Vertheilung findet auch im Holze von *Pinus silvestris* L. statt, worauf SANIO[1]) zuerst aufmerksam gemacht hat. Das häufigere Vorkommen von Hoftüpfeln an den Enden der Tracheïden (Taf. IV. Fig. 4. E.) deutet darauf hin, dass diese unter einander mehr der Länge als der Quere nach communiciren. Diese Eigenthümlichkeit wird wahrscheinlich auch anderen lebenden und fossilen Nadelhölzern zukommen; z. B. erwähnen GOEPPERT—STENZEL[2]) dieselbe von *Araucarites Thannensis* GOEPP. aus dem Kohlenkalk der Vogesen.

Was die Vertheilung der Hoftüpfel in einer oder in mehreren Längsreihen auf der radialen Wand der Tracheïden betrifft, so hängt diese lediglich von der Breite derselben ab. Da, wie wir gesehen haben, die Zellen der Wurzel weiter sind, als die des Stammes, und diese wiederum weiter als die

1) SANIO. Anatomie der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.) II. PRINGSHEIM'S Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. IX. Band. Berlin 1873/74. S. 87.

2) GOEPPERT - STENZEL. Nachträge zur Kenntniss der Coniferenhölzer der palaeozoischen Formationen. Abhandlungen der Königl. Preuss. Academie der Wissenschaften zu Berlin vom Jahre 1887. S. 19.

der Aeste, so kommt es vor, dass im Wurzelholz 3 bis 2, im Stammholz 2 bis 1 und im Astholz gewöhnlich nur eine Längsreihe von Hoftüpfeln auftreten. Auf ähnliche Vorkommnisse bei lebenden Nadelhölzern hat schon H. von Mohl[1]) aufmerksam gemacht. In selteneren Fällen können im Astholz auch zwei Tüpfel nebeneinander liegen, was dann auf folgender Erscheinung beruht. Wir haben oben bemerkt, dass die Zellen in der Frühjahrsschicht des Astholzes in radialen Reihen alterniren, und daher mehr oder weniger sechsseitig sind. Die Tracheïde besitzt also auf jeder Seite zwei gegen die Markstrahlen gekehrte Wände, welche mit Hoftüpfeln bekleidet sind, und jede dieser Wände ist natürlich schmäler, als die ursprüngliche, ungebrochene Fläche. Diese tritt aber wieder dort auf, wo ein Markstrahl anliegt, oder wo durch andere Verhältnisse bedingt der Querschnitt rechteckig ist. Zuweilen ist die Alternation der Zellen keine vollkommene, und es sind dann ihre Seitenwände nicht in der Mittellinie, sondern in geringerer Entfernung von der vorderen oder von der hinteren Tangentialwand gebrochen. In solchen Fällen bietet die schmälere der beiden Wände meist keinen Raum zur Entwickelung der Hoftüpfel, oder höchstens für eine Reihe derselben; hingegen ist die breitere oder die ungebrochene Wand dann oft mit zwei Tüpfelreihen besetzt, welche nebeneinander laufen.

Die Grösse der Tüpfel ist ebenso wenig constant, wie die der Tracheïden, vielmehr ändert sie sich in demselben Maasse, wie diese selbst. Daher sind die Tüpfel im Stammholze der Bernsteinbäume kleiner als im Wurzel- und grösser als im Astholze; überdies nimmt die Tüpfelgrösse auf einem Radialschliffe von innen nach aussen zu. Diese Verhältnisse werden durch die nachfolgenden Tabellen erläutert werden.

Tüpfelhöhe im Stammholz II.

Jahresring.	Minimum.	Maximum.	Durchschnitt.
n + 1	15,0 μ	20,0 μ	17,8 μ
n + 2	15,0 μ	20,0 μ	17,7 μ
n + 3	16,7 μ	21,7 μ	18,7 μ
n + 4	15,8 μ	20,8 μ	18,6 μ
n + 5	15,0 μ	21,7 μ	18,9 μ
n + 6	15,0 μ	21,7 μ	19,0 μ
n + 7	16,7 μ	22,5 μ	19,1 μ

Tüpfelhöhe im Astholz III.

Jahresring.	Minimum.	Maximum.	Durchschnitt.
1	7,5 μ	11,7 μ	9,3 μ
2	6,7 μ	10,0 μ	8,9 μ
3	8,3 μ	11,7 μ	9,0 μ
4	9,2 μ	13,3 μ	11,1 μ
5	10,0 μ	13,3 μ	11,3 μ
6	10,8 μ	13,3 μ	11,8 μ
7	10,8 μ	13,3 μ	11,8 μ
8	10,0 μ	15,0 μ	12,0 μ
9	10,0 μ	15,0 μ	12,7 μ
10	11,7 μ	13,3 μ	13,0 μ
11	10,0 μ	15,0 μ	12,6 μ
12	11,7 μ	15,0 μ	13,3 μ
13	11,7 μ	15,0 μ	13,3 μ
14	11,7 μ	15,0 μ	13,3 μ
15	11,7 μ	15,0 μ	13,8 μ
16	10,0 μ	15,0 μ	12,7 μ
17	10,8 μ	15,0 μ	13,2 μ
18	11,7 μ	15,8 μ	13,4 μ
19	11,7 μ	15,0 μ	13,3 μ
20	11,7 μ	15,8 μ	13,9 μ

[1]) Mohl. Einige anatomische und physiologische Bemerkungen. S. 234.

Hieraus ergiebt sich, dass die Höhe der Hoftüpfel auf der radialen Wand der Frühjahrszellen sowohl im Stammholz, als auch besonders im Astholz in hohem Grade schwankt; in letzterem bewegt sich die Höhe zwischen 6,7 μ und 15,8 μ. Der äussere Grenzwerth würde voraussichtlich noch erheblich grösser sein, wenn die Jahresringe 21 bis 42, welche der Horizontalschliff desselben Stückes zeigt, auch in der Radialansicht erhalten wären. Ich lasse hier noch einige weitere Maasse folgen, um die Schwankungen zu illustriren, welchen die Hoftüpfel in verschiedenen Stücken von Stamm- und Asthölzern unterworfen sind.

Tüpfelhöhe in Stammhölzern.

	Stammholz I.	Stammholz II.
Minimum . . .	13,3 μ	15,0 μ
Maximum . . .	21,7 μ	22,5 μ
Durchschnitt .	18,6 μ	18,6 μ

Tüpfelhöhe in Asthölzern.

	Astholz I.	Astholz II.	Astholz III.	Astholz IV.	Astholz VI.	Astholz VII.	Astholz VIII.
Minimum . .	10,0 μ	10,8 μ	6,7 μ	13,3 μ	10,0 μ	11,7 μ	10,0 μ
Maximum . .	15,8 μ	15,0 μ	15,8 μ	18,5 μ	16,7 μ	18,3 μ	15,0 μ
Durchschnitt	13,3 μ	12,9 μ	12,6 μ	15,7 μ	14,0 μ	14,5 μ	12,8 μ

Demzufolge ist die beobachtete Durchschnittsgrösse der Hoftüpfel auf der radialen Wand der Frühjahrstracheïden

im Wurzelholz . . . . 20,5 μ,
im Stammholz . . . . 18,6 μ,
im Astholz . . . . . 13,7 μ.

Hierbei ist aber nicht ausser Acht zu lassen, dass diese Werthe als Mittel aus einer langen Beobachtungsreihe gewonnen sind, und dass in jedem einzelnen Falle von der Grösse des Tüpfels auf das zugehörige Organ nicht zurückgeschlossen werden darf. Denn wir ersehen aus obigen Tabellen, dass die Minimalgrösse im Wurzelholz geringer, als die Maximalgrösse im Stammholz, und die Minimalgrösse im Stammholz wiederum geringer, als die Maximalgrösse im Astholz sein kann. Nur wenn wir die Beobachtungsreihen überblicken, können wir uns der Wahrnehmung nicht verschliessen, dass die Tüpfelgrösse in demselben Maasse, wie die Weite der Zellen, von der Wurzel durch den Stamm nach den Aesten hin beständig abnimmt.

Von anderen fossilen oder lebenden Hölzern ist mir hierüber keine ausführliche Beobachtung bekannt geworden; nur G. Kraus[1]) hat an einigen Beispielen den Nachweis geführt, dass der Tüpfel von den inneren Jahresringen nach den äusseren allmählich an Grösse zunimmt. In verschiedener Höhe eines Stammes scheint nach ihm die Grösse wenig zu variiren. Er giebt übrigens ebenda an, dass der Tüpfelhof bei lebenden Abietaceen und Cupressaceen wenigstens 15 μ oder mehr mittleren Durchmesser besitzt. Wenn ich auch annehme, dass sich dieses Maass auf die Tüpfel im Stammholz

1) Kraus. Beiträge zur Kenntniss fossiler Hölzer. II. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Bd. XVI. Halle a. S. 1886. S. 92 ff.

bezieht, so würde die beobachtete Grösse der Tüpfel der Bernsteinhölzer etwas über die Durchschnittsgrösse bei recenten Abietaceen hinausgehen.

Ebenso wie die Tüpfel des Frühlingsholzes in der Wurzel, zeigen auch die des Stammes eine doppelte Hofbildung; die auf derselben Höhe neben einander stehenden Tüpfel werden noch von einer hellen Linie umsäumt, was vielleicht auf einer ringförmigen Verdickung der Hofwand beruht. Aehnliche Erscheinungen sind auch bei lebenden Abietaceen und Cupressaceen beobachtet worden. Im dünneren Astholz der Bernsteinbäume, wo die Tüpfel freilich nur sehr selten zu zweien stehen, habe ich diese Bildung nicht wahrgenommen.

Ausser auf der radialen, treten auch auf der tangentialen Wand der Tracheïden Hoftüpfel in den letzten Schichten des Sommerholzes in Stamm und Aesten auf; Hof und Ausmündungsöffnung sind ebenfalls kreisrund, jedoch bleiben sie hinsichtlich der Grösse hinter jenen zurück. Im Stammholz und im Astholz beobachtete ich die Durchschnittsgrösse von 7,5 bis 6,5 μ. Die Anordnung ist noch weniger regelmässig, als die der radialen, sie stehen in einer Verticalreihe zumeist vereinzelt oder auch in lockerer Anordnung, aber nie so dicht bei einander, wie die Radialtüpfel gegen die Enden der Tracheïden. Schon A. MENGE[1]) bildet Tangentialtüpfel von seinem *Taxoxylum electrochyton*, welches nichts anderes als *Pinus succinifera* ist, ab. Wie ich später zeigen werde, kommen manchmal dünne Tangential-Lamellen vom Holz der Bernsteinbäume im Succinit vor. GOEPPERT[2]) hat diese bereits gekannt und untersucht; er fand auch zahlreiche Tangentialtüpfel auf solchen Ansichten und gründete hierauf eine neue Species, *Pinites Mengeanus*. Ich habe das Original mit Sicherheit nicht eruiren können und weiss also nicht, in wie weit seine Abbildungen demselben entsprechen; indessen habe ich schon früher darauf hingewiesen[3]), dass wir es hier lediglich mit einem Tangentialbilde aus einer der letzten Zellschichten des Sommerholzes von *Pinus succinifera* zu thun haben. Da überdies andere Ansichten in radialer und horizontaler Richtung von *Pinites Mengeanus* GOEPP. nicht bekannt sind, so sehe ich mich genöthigt diese Species einzuziehen. Auch an anderen fossilen Stammhölzern sind Hoftüpfel auf der tangentialen Wand der Tracheïden wiederholt beobachtet worden, und zwar sowohl an Hölzern aus der Familie der Abietaceen, als auch an solchen aus der Familie der Cupressaceen und Araucariaceen. Bemerkenswerth ist die Art ihres Vorkommens in dem von H. R. GOEPPERT[4]) beschriebenen *Pinites Conwentzianus* aus der Kohlenformation Niederschlesiens. Die Hoftüpfel sind hier ausserordentlich zahlreich und stehen in mehreren alternirenden Längsreihen, oft gedrängt bei einander; eine ähnliche Erscheinung ist mir an anderen Nadelhölzern der Vergangenheit oder Gegenwart bisher nicht bekannt geworden.

Was die lebenden Coniferen betrifft, so habe ich oben erwähnt, dass das Wurzelholz von *Pinus silvestris* L. durch das Vorkommen von Hoftüpfeln auf den Tangentialwänden der Tracheïden des Sommerholzes ausgezeichnet ist. Im Gegensatz dazu fehlen sie dem Stamm- und Astholz dieses Baumes gänzlich oder treten hier äusserst selten auf. RUSSOW[5]) hat sie nie und SANIO[6]) nur einmal gesehen; hingegen auf der tangentialen Wand der Zellen im Frühjahrsholz fand sie ersterer ein paar Male, und letzterer hat auch dreimal je einen Tüpfel beobachtet. Ich meinte früher (a. a. O. S. 376), dass

---

1) A. MENGE. Beitrag zur Bernsteinflora. Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. VI. Band. 1. Heft. Danzig 1858. Tafel ohne Nummer. Fig. 9.

2) H. R. GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. Taf. XI. Fig. 81. 82.

3) H. CONWENTZ. Die Bernsteinfichte. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Band IV. Berlin 1886. S. 375.

4) GOEPPERT-STENZEL. Nachträge zur Kenntniss der Coniferenhölzer der palaeozoischen Formationen. Abhandlungen der Königlichen Academie der Wissenschaften. Berlin 1887. S. 54. Taf. XI. Fig. 87.

5) E. RUSSOW. Zur Kenntniss des Holzes, insonderheit des Coniferenholzes. Botanisches Centralblatt. XIII. Jahrg. Cassel 1883. S. 37.

6) C. SANIO. Anatomie der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.). PRINGSHEIM'S Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. IX. Band. Berlin 1873/74. S. 87.

jene Eigenthümlichkeit der ganzen Gattung *Pinus* zukomme, habe mich aber inzwischen davon überzeugt, dass dies nicht der Fall ist. Ich fand Tangentialtüpfel im Sommerholz des Stammes und der Aeste von beiden japanischen fünfnadeligen Kiefern, *Pinus koraiensis* Sieb. u. Zucc. und *P. parviflora* Sieb. u. Zucc., und auch im Sommerholz der nordamericanischen fünfnadeligen *P. Strobus* L.; in den beiden zuletzt genannten treten sie sogar sehr zahlreich auf. Ausserdem kommen Tangentialtüpfel nicht nur im Wurzel-, sondern auch im Stamm- und Astholz von *Picea excelsa* Lk., *P. ajanensis* Fisch. und *P. sitchensis* Carr., von *Larix europaea* DC. und *Abies pectinata* DC., ferner von *Taxus baccata* L.[1]) und von vielen Cupressaceen vor[2]).

Die **Spiralstreifung** der Tracheïden, welche im Wurzelholz nur andeutungsweise vorhanden ist, zeigt im Stamm- und Astholz eine vorzügliche Ausbildung (Taf. IV. Fig. 5, Taf. X. Fig. 4). Sie findet sich besonders auf den Radial- und Tangentialwänden der Sommertracheïden, verbreitet sich zuweilen aber auch über das Frühjahrsholz. Die Streifung ist linkswendig, d. h. sie verläuft von links unten nach rechts oben, wenn man sich vor die Zelle gestellt denkt. Häufig erhält man im Dünnschliff solche Bilder, welche scheinbar die umgekehrte Richtung zeigen, jedoch findet man bei genauerer Betrachtung, dass in diesen Fällen immer die untere Wand im Mikroskop eingestellt ist. Bei schwacher Vergrösserung sieht man beide Wände zugleich, und man empfängt daher den Eindruck, als ob zwei Systeme von Spiralen in entgegengesetzter Richtung verlaufen; in Wirklichkeit ist nur ein Streifensystem vorhanden, welches um alle Wände der Tracheïden herumläuft. Die Spiralen ziehen sich auch über die Höfe der Tüpfel hinweg und weichen oft um den Ausmündungscanal spindelförmig auseinander. Die Holzzellen zeigen nicht immer der ganzen Länge nach jene Streifung, jedoch pflegt sich dieselbe meist über grössere Partien des Dünnschliffes zu erstrecken.

Die spiralige Streifung der Zellwände im Holz der Bernsteinbäume ist eine so häufige und überdies so deutliche Erscheinung, dass sie schon von Aycke, Goeppert und Menge bemerkt wurde. Letzterer hielt sie irrthümlich für eine spiralige Verdickung, wie sie bei Taxaceen auftritt, und nannte daher sein Bernsteinholz *Taxoxylum electrochyton*[3]). Auch bei anderen bituminösen und verkieselten Hölzern aus früheren Erdepochen kommt die spiralige Streifung nicht selten vor, und ist öfters thatsächlich für eine Verdickung angesprochen worden; daher besteht die Bezeichnung fossiler Hölzer als *Taxoxylum* bzw. *Taxites* in vielen Fällen zu Unrecht.

Auch bei den lebenden Coniferen, zumal im Sommerholz derselben, ist die Spiralstreifung der Tracheïden eine sehr weit verbreitete Erscheinung. Sie wird hier übrigens noch deutlicher, wenn man ein concentrirtes Quellungsmittel, z. B. Schwefelsäure einwirken lässt; dann löst sich häufig die Membran in der Richtung der Spiralstreifung mehr oder weniger in Streifen auf. In vielen Fällen, z. B. bei *Pinus silvestris* L., kommen zwei Systeme entgegenlaufender Spiralstreifung vor; Schwendener[4]) hat nachgewiesen, dass sie nicht, wie man früher annahm, in derselben, sondern in verschiedenen Membranlamellen liegen. Ausser in den Sommertracheïden der Nadelhölzer, sind die zwei Systeme auch sonst in dickwandigen Zellen deutlich, z. B. in Bastzellen der Apocynaceen und Asclepiadaceen. In Anbetracht der durch Zersetzung veränderten Wandungen der Holzzellen der Bernsteinhölzer kann es nicht überraschen, dass hier nur ein System von Streifen zu erkennen ist.

---

1) H. v. Mohl. Einige anatomische und physiologische Bemerkungen. S. 237.

2) G. Kraus. Beiträge zur Kenntniss fossiler Hölzer. II. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Bd. XVI. Halle a./S. 1886. Seite 92 ff.

3) A. Menge. Beitrag zur Bernsteinflora. Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. VI. Band. 1. Heft. Danzig 1858. S. 9. Tafel ohne Nummer. Fig. 7. 9.

4) S. Schwendener. Ueber Quellung und Doppelbrechung vegetabilischer Membranen. Sitzungsberichte der Königl. Preuss. Academie der Wissenschaften. Berlin 1887. Bd. XXXIV. S. 659 ff.

Auf Längsschliffen sieht man zuweilen Tracheïden mit Querwänden (Taf. IV. Fig. 5, Taf. V. Fig. 3), welche dieselbe Stärke, wie die mit behöften Tüpfeln bedeckte Längswand besitzen. Solche Tracheïden liegen immer in unmittelbarer Nähe des die Harzcanäle umgebenden Holzparenchyms. Die aus jenen hervorgegangenen Zellen sind etwa ebenso hoch als diese Parenchymzellen; ihre Wandungen zeigen zuweilen Hoftüpfel. Da sich die Querwände nicht allein in den Enden der Tracheïden, sondern oft in ziemlich regelmässigen Abständen der ganzen Länge nach vorfinden, so ist wohl anzunehmen, dass sie schon im Cambium angelegt sind. Auf einem Tangentialschliff sah ich eine solche getheilte Tracheïde neben einem Markstrahl; die Abstände zweier Querwände entsprachen immer einer oder zwei Zellhöhen in letzterem.

Abgesehen von diesen eigentlichen Querwänden, finden sich auch noch in manchen Stamm- und älteren Asthölzern sehr dünne bräunliche **Membranen** quer durch das Lumen der Tracheïden gespannt (Taf. IV. Fig. 4 Mb.). Die Dicke ist gewöhnlich unmessbar klein, nur an den Rändern, wo sich die Membranen der Zellwand anschmiegen, werden sie etwas stärker. Sie verlaufen genau wagrecht und sind meist straff gespannt, so dass sie im Radial- und auch im Tangentialschliff gleich äusserst zarten Fäden erscheinen; indessen kann man sich von der Flächenausdehnung dieser Gebilde in einigen Präparaten überzeugen, wo sich nämlich die Häutchen von der Innenwand der Holzzellen abgelöst haben (Taf. IV. Fig. 5×). Sie erscheinen hier abgerundet oder auch polygonal begrenzt, genau dem Querschnitt der Zellen entsprechend. In diesem isolirten Zustande sehen sie oft geschrumpft und an den Rändern umgebogen aus, wie ein Organ, das seine Function bereits erfüllt hat. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Membranen auch als zarte Wandungen angesprochen werden müssen, aber sie stellen nicht etwa Jugendstadien der vorhin erwähnten Querwände in den Tracheïden vor, denn einmal sind sie bei Weitem dünner als diese, und es lassen sich keinerlei Zwischenstadien nachweisen, ausserdem treten sie ganz unabhängig vom Holzparenchym auf. Hinsichtlich ihrer Entstehung und ihrer Bedeutung für das Leben der Bernsteinbäume habe ich nichts feststellen können. Da aber in ihrem Auftreten eine solche Gesetzmässigkeit, wie oben, nicht erkannt werden kann, so möchte man vermuthen, dass sie nicht schon im Cambium angelegt, sondern erst später entstanden sind. Es kommt nämlich vor, dass in derselben Tracheïde mehrere Membranen über einander vorhanden sind, jedoch sind die Abstände ganz ungleich. An einer Stelle sah ich in sechs neben einander liegenden Tracheïden zarte Membranen nahezu auf gleicher Höhe sich hinziehen; in einigen der ersteren waren oben und unten noch weitere Membranen vorhanden, und in anderen fehlten sie. Jedenfalls waren die Abstände auch hier wieder durchaus ungleich.

Es ist zum ersten Male, dass ich diese Gebilde zu sehen bekommen habe; weder an anderen fossilen noch an recenten Coniferen ist mir etwas Aehnliches bekannt geworden. Wenn wir sonst im Pflanzenreich Umschau halten, so könnte nur etwa das gefächerte Libriform, wie es beispielsweise in jungen Zweigen von Eichen auftritt, hiermit in Vergleich gezogen werden; dieses entsteht nachträglich aus den einfachen Libriformfasern durch Neuanlage feiner Querwände. A. SCHENK[1]) sagt in seiner jüngsten Publication über fossile Hölzer: „Zuweilen finden sich in den Tracheïden Zellstoffbalken, in einzelnen Fällen in mehreren aufeinander folgenden auftretend, erkennbar durch Behandlung mit Jod und Schwefelsäure. Wiederholen sie sich im Längsverlaufe der Tracheïden mehrmals, so erscheinen diese gefächert, und es gehören hierher, wie ich vermuthe, ein aus dem Rothliegenden von Altendorf bei

---

[1]) A. SCHENK. Palaeophytologie. In K. ZITTEL'S Handbuch der Palaeontologie. II. Abtheilung. München und Leipzig 1890. S. 852. Diese Lieferung erschien erst nach dem Druck des vorliegenden Bogens, jedoch war Herr Geheimrath Dr. SCHENK in Leipzig so freundlich, vorher einen Aushängebogen zur Einsicht mir zu übersenden.

Chemnitz stammendes *Cordaioxylon Brandlingii* (Fig. 408), bei welchem diese Querwände sehr häufig sind, und ein *Cedroxylon*, dessen Tracheïden durch einzelne Scheidewände in Fächer getheilt sind." Ohne die Präparate gesehen zu haben, lässt sich schwerlich entscheiden, ob hier ähnliche Membranen, wie die in Rede stehenden, oder etwa Thyllen vorliegen; die von SCHENK mitgetheilte Abbildung von *Cordaioxylon Brandlingii* GRAND'EURY trägt die Unterschrift: „Radiallängsschnitt mit Thyllen in den Tracheïden".

Holzparenchym. Ebenso, wie in der Wurzel, wird auch im Stamm und in den Aesten das Gewebe der Tracheïden häufig von Strangparenchym unterbrochen; dabei treten gewöhnlich in den benachbarten Tracheïden Querwände in solchen Abständen auf, welche etwa der Höhe der Parenchymzellen entsprechen. Aehnliche Uebergangsstadien finden sich nach L. KNY[1]) auch bei *Pinus silvestris* L., und ich habe Gelegenheit gehabt, dieselben in mehreren seiner Präparate wiederzufinden. Das Holzparenchym liegt vornehmlich im Sommerholz der Bernsteinbäume und besteht aus dünnwandigen Zellen, welche in der Längsrichtung des Organs gestreckt sind. In jeder Gruppe bilden sich gewöhnlich ein, sehr selten zwei schizogene Intercellulargänge zu Harzcanälen aus, während im Wurzelholz meistens zwei, oft auch drei Canäle beisammen liegen. Viele Epithelzellen derselben sind auf ihren gemeinsamen Wandungen mit zahlreichen, kleinen, kreisrunden Tüpfeln versehen (Taf. V. Fig. 2 P′ und 3 P′); die gegen das Lumen des Canals gekehrte Wand ist stets tüpfelfrei. Ob diese Zellen ursprünglich viel dickwandiger gewesen sind, als die ungetüpfelten, lässt sich nicht mehr entscheiden; im vorliegenden Erhaltungszustande erscheinen sie ebenso dünnwandig wie jene. Diese getüpfelten Parenchymzellen finden sich im Holz der Bernsteinbäume sehr verbreitet, jedoch habe ich sie nicht gerade an jedem Stücke wahrnehmen können. Daher entstand für mich die Frage, ob es vielleicht möglich und zweckmässig wäre, diejenigen Exemplare mit getüpfelten Epithelzellen der schizogenen Intercellularen von denjenigen mit ungetüpfelten specifisch zu trennen. Indessen habe ich hiervon Abstand nehmen müssen, weil es in den meisten Fällen zweifelhaft erscheint, ob die getüpfelten Zellen überhaupt oder nur in dem Erhaltungszustande des Präparates fehlen. Wenn man später dahin gelangen sollte, die Holz- und Rindenreste in mehrere Baumarten zu trennen, so dürfte das Vorkommen bzw. Fehlen der getüpfelten Epithelzellen eine wichtige Rolle spielen.

Ich habe zum Vergleich das Astholz mehrerer Abietaceen der Gegenwart untersucht und bin zu dem Resultat gekommen, dass jene Eigenthümlichkeit zwar weit verbreitet, dass aber deren Auftreten nicht für eine ganze Gattung constant ist. Bei unserer gemeinen Kiefer, *Pinus silvestris* L., sind alle Parenchymzellen dünnwandig und ungetüpfelt[2]), hingegen sind sie bei *P. Mughus* SCOP., ferner bei den japanischen *P. densiflora* S. & Z., *P. parviflora* S. & Z. und *P. koraiensis* S. & Z., sowie bei den nordamericanischen Species: *P. australis* MICH., *P. Taeda* L. u. a. m. weniger oder mehr verdickt und mit Tüpfeln versehen. Ausserdem habe ich diese Erscheinung bei *Picea excelsa* LK., *P. ajanensis* FISCH. und bei anderen Arten wahrgenommen, jedoch sind die Tüpfel hier wesentlich kleiner als bei unserer *Pinus succinifera*. Als ich vor vier Jahren im Holz der Bernsteinbäume zuerst getüpfelte Epithelzellen auffand, hielt ich dieselben nach Analogie des Vorkommens bei unserer Fichte für ein Merkmal der Gattung *Picea*, und nannte daher die fraglichen Holzreste *Picea succinifera*[3]). Aus den vorher

1) L. KNY. Anatomie des Holzes von *Pinus silvestris* L. a. a. O. S. 209.

2) TH. HARTIG (Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. Berlin 1840—51. Taf. XVIII. Fig. 2. 13) liefert Abbildungen von dickwandigen porösen Parenchymzellen aus dem Holz von *Pinus silvestris*. Da diese aber von keinem Autor wiedergesehen sind, so kann man wohl annehmen, dass jener Angabe ein Irrthum zu Grunde liegt.

3) H. CONWENTZ. Die Bernsteinfichte. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Band IV. Berlin 1886. S. 375.

mitgetheilten Beobachtungen, welche ich an einem später mir zugänglich gewordenen Vergleichsmaterial anstellen konnte, ergiebt sich aber, dass getüpfelte Epithelzellen der Harzcanäle sowohl in der Gattung *Pinus* als auch in der Gattung *Picea* vorkommen. Es ist also nicht möglich, hiernach *Pinus* und *Picea* auseinander zu halten, und ich stelle deshalb die fraglichen Holzreste zur Gattung *Pinus* s. lat.

Die **Harzcanäle** liegen gewöhnlich einzeln (Taf. IV. Fig. 6, Taf. V. Fig. 1. 5 u. a. m.), sehr selten zu zweien in demselben Strangparenchym; sie haben meist einen geschlängelten Verlauf und bilden in letzterem Falle häufig Anastomosen. Nach KNY soll es im Holz von *Pinus silvestris* L. selten vorkommen, dass zwei oder mehrere Canäle dicht neben einander verlaufen, hingegen ist dies bei *Picea excelsa* LK. und bei *Larix europaea* DC. häufiger der Fall. Ueber die Weite der Harzcanäle im Stamm- und Astholz der Bernsteinbäume geben folgende Tabellen Auskunft.

Weite der Harzcanäle in Stammhölzern.

	Stammholz I.	Stammholz II.
Minimum . . .	0,16 mm	0,15 mm
Maximum . . .	0,29 mm	0,25 mm
Durchschnitt .	0,23 mm	0,21 mm

Weite der Harzcanäle in Asthölzern.

	Astholz II.	Astholz III.	Astholz IV.	Astholz VI.	Astholz VII.
Minimum . . .	0,08 mm	0,05 mm	0,07 mm	0,09 mm	0,07 mm
Maximum . . .	0,23 mm	0,11 mm	0,11 mm	0,15 mm	0,18 mm
Durchschnitt .	0,15 mm	0,08 mm	0,09 mm	0,12 mm	0,13 mm

Es zeigt sich wiederum, dass die Harzcanäle der Stammhölzer enger, als die der Wurzelhölzer, und weiter, als die der Asthölzer sind. Im Uebrigen ist ja die Weite sehr variabel, denn sie steigt bei den obigen Messungen an Asthölzern von 50 auf 230 μ, und auch die mittleren Werthe wechseln von 80 bis 150 μ. Ein ganz ähnliches Verhalten findet bei anderen fossilen und recenten Nadelhölzern statt, wofür ich nur ein Beispiel anführen will. FELIX[1]) fand im Frühjahrsholz von *Pityoxylon inaequale* aus Alaska einen Harzgang nahezu 0,1 mm weit, während der Durchmesser anderer im äusseren Theil des Sommerholzes bis auf 0,032 mm herabsank. Uebrigens wird die grösste Weite der Harzgänge im Holz der Bernsteinbäume noch von der bei anderen fossilen Coniferen übertroffen. FELIX fand im Sommerholz von *Pityoxylon Sandbergeri* KR.[2]) einen Durchmesser von 0,24 mm und in einem, vielleicht dem untern Ende eines Baumstumpfes angehörigen Stück von *Pityoxylon insigne*[3]) sogar einen Durchmesser von 0,55 mm; in beiden Fällen lagen überdies die Harzgänge zahlreich beisammen.

Was die Dichtigkeit des Vorkommens betrifft, so mögen hier zunächst die Angaben bezüglich des Stammholzes folgen. Es finden sich auf einem Querschnitt von 1 qmm im ersten Stammholze 0,62 und in dem zweiten 0,93 Harzgänge. Oder anders ausgedrückt: ein Harzcanal kommt in dem einen

---

1) JOH. FELIX. Untersuchungen über fossile Hölzer. II. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. XXXVIII. Berlin 1886. S. 483.

2) JOH. FELIX. Die Holzopale Ungarns in palaeophytologischer Hinsicht. Jahrbuch der Königl. Ungarischen Geologischen Anstalt. VII. Band. Budapest 1884. S. 38.

3) JOH. FELIX. Untersuchungen über fossile Hölzer. Jahrbuch der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. XXXV. Berlin 1883. S. 87.

Falle auf 1,63 qmm und in dem andern auf 1,07 qmm Fläche. Das Maximum der Dichtigkeit wird in dem ersten Stück erreicht, wo ich einmal auf einem Grundriss von 1 qmm vier Canäle zählte. Ueber die Häufigkeit der Harzgänge im Astholz habe ich zahlreichere Beobachtungen angestellt, deren Ergebniss ich hier mittheile. Die zu messenden Stellen von 1 qmm Grösse, welche in den nachfolgenden Tabellen durch kleine Buchstaben bezeichnet sind, wurden beliebig ausgewählt, aber stets so, dass zwei Seiten des Quadrates etwa parallel den Jahresringen zu liegen kamen.

Dichtigkeit der Harzcanäle.

Astholz II.	Frühjahrs-holz.	Sommer-holz.	in Summa.
a	0	3	3
b	1	0	1
c	0	3	3
d	0	3	3
e	0	1	1
f	1	2	3
g	1	0	1
h	3	0	3
i	0	1	1
k	0	0	0
l	3	0	3
m	0	3	3
n	0	2	2
o	0	3	3
p	0	1	1
q	0	2	2

Astholz III.	Frühjahrs-holz.	Sommer-holz.	in Summa.
a	1	1	2
b	0	0	0
c	1	1	2
d	1	3	4
e	2	2	4
f	1	0	1
g	1	1	2
h	0	1	1
i	0	3	3
k	1	0	1
l	1	1	2
m	0	2	2
n	1	3	4
o	5	3	8
p	0	1	1
q	1	0	1

Astholz VI.	Frühjahrs-holz.	Sommer-holz.	in Summa.
a	0	0	0
b	0	0	0
c	0	2	2
d	0	1	1
e	2	1	3
f	0	1	1
g	0	0	0
h	0	2	2
i	2	2	4
k	1	0	1
l	0	0	0
m	0	3	3
n	0	2	2
o	0	1	1
p	1	1	2

Astholz VII.	Frühjahrs-holz.	Sommer-holz.	in Summa.
a	?	?	3
b	3	2	5
c	0	2	2
d	0	3	3
e	1	1	2
f	0	4	4
g	1	2	3
h	?	?	2
i	?	?	3
k	?	?	0
l	?	?	3
m	?	?	1

Aus jeder dieser Beobachtungsreihen ergiebt sich folgender berechneter mittlerer Werth:

Astholz	II	enthält	auf	1 qmm	2,06	Harzcanäle,
„	III	„	„	1 „	2,28	„
„	VI	„	„	1 „	1,45	„
„	VII	„	„	1 „	2,58	„

Wenn wir hieraus wiederum den Gesammt-Durchschnittswerth berechnen, so beträgt derselbe 2,09, d. h. es kommen durchschnittlich etwas mehr als zwei Harzcanäle auf einem Quadratmillimeter vor. Wenn wir die vorstehenden Tabellen überschauen, finden wir auch 2 und 3 als die am häufigsten beobachteten Zahlen wieder; wir sehen aber ferner, dass manchmal nicht ein einziger Harzgang im gedachten Felde liegt, während ich in anderen Fällen bis acht angetroffen habe (Astholz III). Einmal bemerkte ich auf einer tangentialen Strecke von 5 mm nicht weniger als 19 Harzcanäle, jedoch ist dieses Vorkommen abnorm, und wird daher später erörtert werden. Aus den obigen Messungen ergiebt sich ferner, dass durchweg die Harzcanäle seltener im Frühjahrs-, als im Sommerholz der Aeste liegen, und zwar stellt sich dieses Verhältniss zwischen beiden folgendermaassen:

im	Astholz	II	wie	1 : 2,66
„	„	III	„	1 : 1,37
„	„	VI	„	2 : 2,66
„	„	VII	„	1 : 2,80

Dies ist um so bemerkenswerther, als das Sommerholz, wie wir oben gesehen haben, immer schwach entwickelt ist; dennoch enthält es die meisten Harzcanäle. Ganz ähnlich ist übrigens das Vorkommen derselben bei *Pinus silvestris* L., während sie im Jahresring von *Picea excelsa* Lk. ziemlich gleichmässig vertheilt sind. Wenn wir von der Gegenwart auf die Vergangenheit schliessen dürfen, so würde daraus zu entnehmen sein, dass die Mehrzahl der Harzcanäle in den Aesten, und wohl überhaupt im Holz der Bernsteinbäume, während des Juli und August angelegt worden ist. Endlich ist noch hervorzuheben, dass die Häufigkeit der Canäle in den verschiedenen Organen variirt, und in demselben Maasse zunimmt, wie die Weite jener in Abnahme begriffen ist. Also besitzt das Wurzelholz spärliche Harzgänge, welche sehr weit sind, hingegen das Astholz zahlreiche Harzgänge, die sehr eng sind; das Stammholz hält auch in dieser Beziehung zwischen beiden die Mitte.

Aus den schizogenen Intercellularen können, durch Auflösung der Membranen benachbarter Zellen, schizo-lysigene Gänge hervorgehen, ganz ähnlich wie es auch im Wurzelholz der Fall ist. Diese Erscheinung, insofern sie abnorm ist, wird auch in einem anderen Abschnitt behandelt werden.

Die Epithelzellen der schizogenen Intercellularen bilden nur in den ersten Jahren ihres Bestehens Harz und wachsen später, nach Art von **Thyllen**[1]), blasenartig in den Hohlraum hinein. Im Wurzelholz, das mir bekanntlich nur in zwei Exemplaren vorlag, habe ich diese Erscheinung nicht gesehen, dagegen kommt sie in den Asthölzern so allgemein verbreitet vor, dass es Wunder nehmen muss, wie sie von Goeppert übersehen werden konnte. Ich führe diese Thatsache auf den Umstand zurück, dass er nie einen regelrechten Dünnschliff, sondern immer nur abgelöste Splitter untersucht hat, welche ein günstiges mikroskopisches Bild nicht gewähren. Bei der grossen Anzahl von Präparaten, welche ich im Laufe der Zeit habe anfertigen lassen, hatte ich auch Gelegenheit, jüngere Zustände dieser Thyllen-ähnlichen Bildungen aufzufinden, sodass ich die allmähliche Entwickelung derselben verfolgen konnte. Zunächst wächst eine Epithelzelle blasenartig in den Hohlraum hinein (Taf. V. Fig. 4 und 7),

[1]) H. Conwentz. Ueber Thyllen und Thyllen-ähnliche Bildungen, vornehmlich im Holze der Bernsteinbäume. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Band VII. Berlin 1889. S. (37).

und bald folgen andere nach (Fig. 5 und 8), bis endlich von der ganzen Peripherie her solche Ausstülpungen stattfinden, welche aufeinanderstossen und durch gegenseitigen Druck sich abplatten (Taf. V. Fig. 6). Auf diese Weise entsteht oft ein Pseudoparenchymgewebe, welches kaum Lücken zwischen sich erkennen lässt; hierbei verwachsen die anfangs zarten Membranen miteinander, verdicken sich und bilden Tüpfel, welche auch bei Thyllen und Thyllen-ähnlichen Gebilden in anderen Gewächsen aufzutreten pflegen. In seltenen Fällen sah ich das Bild eines behöften Tüpfels, welcher hier in Wirklichkeit natürlich nicht vorkommen kann, denn echte Hoftüpfel finden sich nach bisheriger Erfahrung nur in den Wandungen benachbarter Tracheïden. Ich habe den Grund zu jener Erscheinung nicht ausfindig machen können, weil ich jene Hoftüpfel nur en face zu sehen bekam; vielleicht beruht der fragliche Hof auf einer eigenthümlichen Umwallung des einfachen Tüpfels.

Gewöhnlich erstreckt sich dies Füllgewebe über weite Strecken, zuweilen über den ganzen Längsschliff von ca. 1 cm Höhe. An solchen Stellen, wo ein verticaler und ein horizontaler Harzcanal mit einander anastomosiren, wie z. B. auf Taf. V. Fig. 8, geht auch das Füllgewebe des einen unmittelbar in das des anderen über. Es wird hierdurch überhaupt ein Verschluss gebildet, welcher die Intercellularen unwegsam für Gase und Flüssigkeiten macht.

Was die Verbreitung der geschlossenen Harzgänge im Querschnitt des Holzes betrifft, so giebt es zwar manche Schliffe, in welchen wenige vorkommen, aber ich entsinne mich nur ein einziges Mal einen Horizontalschliff durch einen ca. 14jährigen Ast gesehen zu haben, in welchem kein einziger Canal geschlossen war. Im Allgemeinen beginnt diese Thyllen-ähnliche Bildung erst in späteren Jahren. In dem Querschnitt eines Holzes mit Markcylinder und 24 Jahresringen sind fast alle Canäle des 1. bis 5. Jahresringes ausgefüllt, vereinzelt kommen solche auch noch bis zum 8. Jahre vor, hingegen sind die letzten 16 Ringe davon ganz frei; in einem anderen Holz mit Markcylinder und 28 Jahresringen sind sämmtliche Harzgänge vom 1. bis 11. Ringe geschlossen und in den späteren 17 Jahresringen alle offen. Wenn man aus diesen beiden Beispielen einen allgemeinen Schluss ziehen wollte, so würde sich ergeben, dass die Thyllen-ähnlichen Gebilde im Astholz erst im 17. oder 18. Jahre nach Anlage der betr. Holzschicht entstehen; jedoch will ich die Bemerkung nicht unterdrücken, dass in einem dritten Holz mit Mark und mehr als 43 Jahresringen die Canäle erst im 25. Jahre ihres Bestehens geschlossen waren. Dies ist ein Beweis für die lange Lebensdauer der Epithelzellen und für die lang andauernde Wachsthumsfähigkeit ihrer Membranen.

Die Verstopfung der verticalen und horizontalen Harzcanäle ist eine so verbreitete Erscheinung im Astholz der Bernsteinbäume[1]), dass sie auf das Leben derselben nicht ohne Einfluss gewesen sein kann. In anderen Nadelhölzern, wo die senkrechten und wagrechten Intercellularen zeitlebens offen bleiben, kann das in den jüngeren Theilen gebildete Harz nach innen zurücktreten und dadurch eine Verharzung des älteren Holzes herbeiführen. In den Bernsteinbäumen war dies nicht möglich, weil ihre Harzgänge sich schlossen, sobald die Epithelzellen ihre Function eingestellt hatten. Daher konnte es sich nur durch Diffussion dem umgebenden Gewebe mittheilen oder aber in centrifugaler Richtung an die Oberfläche treten, wenn diese irgend eine Verletzung erfahren hatte.

In anderen fossilen Nadelhölzern waren mir bis vor Kurzem Thyllen-ähnliche Bildungen in schizogenen Intercellularen nicht bekannt geworden, jedoch fand ich sie jüngst an einem, gleichfalls *Pinus*-ähnlichen, verkieselten Holze, welches ich im letzten Herbst in grösserer Anzahl in einem senonen Sandstein im Kirchspiel Gammalstorp im Amt Blekinge (Schweden) sammelte[2]). Wenngleich die Erhaltung

[1]) Dieselbe Erscheinung wird zweifellos auch im Stammholz aufgetreten sein, allein von diesem liegt sehr wenig Material vor, und ausserdem gehört dasselbe den äusseren Jahreslagen an, wo die Epithelzellen der Harzcanäle noch in Function gewesen sind.

[2]) Eine ausführliche Beschreibung der fossilen Hölzer von Gammalstorp in Schweden wird in einer besonderen Publication erfolgen.

dieser Stücke bei Weitem nicht so gut ist, wie die der Bernsteinhölzer, so kann man doch die Thyllen-ähnliche Verstopfung der Harzgänge im Quer- und Längsschliff deutlich erkennen. Vielfach ist auch in recenten Nadelhölzern das Auswachsen der Epithelzellen in den Harzcanal beobachtet worden; vielleicht hat schon DIPPEL[1]) diese Erscheinung gesehen, wenigstens wird man bei Betrachtung einer von ihm abgebildeten Figur, die er freilich anders deutet, daran erinnert. DE BARY[2]) erwähnt meines Wissens noch nichts von diesen Thyllen, und daher ist H. MAYR[3]) wohl der Erste gewesen, welcher hierüber ausführlich berichtet hat. Er bemerkte bereits, dass jene von DIPPEL gegebene Darstellung auf ein von den Epithelzellen des Canals durch Auswachsen und Theilung derselben gebildetes Füllgewebe zurückzuführen sei. Nach seinen Untersuchungen wachsen bei der Fichte und Lärche die zartwandig bleibenden Zellen aus, und erfüllen den ganzen Intercellulargang; ihre Wände verwachsen mit einander und verholzen. Dieser Verschluss tritt besonders an der Communicationsstelle zweier Canäle auf, weil hier die Mehrzahl der beiderseitigen Epithelzellen zartwandig bleibt. Bei der Kiefer unterbleibt nach MAYR der Verschluss, daher ist hier eine nachträgliche Verharzung des Kernholzes vom Splint aus möglich; auch KNY und andere Autoren, welche sich mit der Anatomie des Holzes von *Pinus silvestris* L. beschäftigt haben, erwähnen nichts von einer Thyllen-ähnlichen Bildung in den Harzcanälen derselben. Indessen entsinne ich mich deutlich einige Male im Astholz von *Pinus silvestris* L. ein Auswachsen von Epithelzellen in die Intercellularen gesehen zu haben. In einer zweiten Arbeit[4]) sagt MAYR, es beginnen die zartwandigen Epithelzellen in das Lumen des Canals hineinzuwachsen, wenn der Splint in Kernholz übergeht, was durchschnittlich im zwölften Jahre[5]) nach der Bildung des betreffenden Holzes stattfindet. In den Aesten der Bernsteinbäume ist dieser Process offenbar erst viel später erfolgt, wie aus den vorerwähnten Beobachtungen hervorgeht. In dieser letzten Publication[6]) liefert MAYR auch eine vorzügliche Abbildung eines Rinden-Harzganges der Fichte, welcher durch die ausgewachsenen Epithelzellen geschlossen ist.

Mit diesen Thyllen-ähnlichen Bildungen im Holz recenter und fossiler Abietaceen kann auch eine Reihe von anderen Erscheinungen verglichen werden, welche unter pathologischen und normalen Verhältnissen bei jetztweltlichen Gewächsen vorkommen. Ich habe im Allgemeinen hierüber schon in der vorerwähnten Abhandlung berichtet und will hier nur noch einige weitere Fälle neu hinzufügen. VAN TIEGHEM[7]) fand Thyllen in den Secretgängen der Wurzel von *Mammea americana* L. und in denjenigen der Zweige von *Dipterocarpus*, und TRÉCUL[8]) beschrieb Thyllen mit fortgesetzter Theilung und Tüpfelbildung aus den Secretgängen von *Brucea ferruginea* L'HÉRIT. Ferner verdanken wir Mlle. A. LEBLOIS[9]) eingehende Untersuchungen über die Thyllen bei *Dipterocarpus*, *Brucea* und *Ailanthus*.

Die vorerwähnten Bildungen sind morphologisch von den in einem früheren Abschnitt (S. 21)

---

1) L. DIPPEL. Das Mikroskop und seine Anwendung. II. Theil. Braunschweig 1872. Fig. 67. III.

2) DE BARY. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.

3) MAYR. Ueber die Vertheilung des Harzes in unseren wichtigsten Nadelholzbäumen. Flora. N. R. XLI. Jahrg. 1883. S. 223.

4) MAYR. Entstehung und Vertheilung der Secretions-Organe der Fichte und Lärche. Botanisches Centralblatt. XX. Band. Cassel 1884. S. 278.

5) In meiner vorläufigen Druckschrift über diesen Gegenstand (S. 38, Zeile 22 von oben) ist aus Versehen „im ersten" anstatt „im zwölften Jahre" gesetzt.

6) MAYR a. a. O. Taf. I. Fig. 12.

7) Bulletin de la société botanique de France. T. XXXIV. Paris 1887. p. 186.

8) TRÉCUL. Sur les cellules qui existent à l'intérieur des canaux du suc propre du *Brucea ferruginea*. Comptes Rendus. T. CIV. Paris 1887. p. 1224 ff. Vergl. auch die Zusatznote zu C. MÜLLER'S Referat No. 149 im Botanischen Jahresbericht XV. Jahrgang 1887. II. Abth. S. 570.

9) A. LEBLOIS. Recherches sur l'origine et le développement des canaux sécréteurs et des poches sécrétrices. Annales des sciences naturelles. VII. Sér. T. VI. Paris 1887. p. 297. pl. 11. 12.

geschilderten Thyllen verschieden, denn dort wachsen die Schliesshäute der einseitigen Hoftüpfel auf der den Tracheïden und Parenchymzellen gemeinsamen Wand in jene, und hier wachsen die zarten Membranen der Epithelzellen in Intercellularräume hinein. In beiden Fällen aber besitzen die fraglichen Gebilde dieselbe physiologische Bedeutung, nämlich die der Schutzeinrichtung. Wenn das ältere Holz vom Stoffwechsel ausgeschlossen ist und doch vor Fäulniss bewahrt werden soll, wird ein möglichst dichter Verschluss geschaffen, der bei verschiedenen Pflanzen auf verschiedene Weise bewirkt wird. So dienen hierzu in gewissen Familien Gummi (Mimoseen), in anderen Harz und in einer dritten Gruppe Thyllen, was aber nicht ausschliesst, dass in derselben Familie zwei Verstopfungseinrichtungen nebeneinander vorkommen können, wie z. B. bei den Abietaceen: Harz und Thyllen.

Abnormes Holzparenchym. Abgesehen von dem normal auftretenden Holzparenchym und ganz unabhängig von demselben, kommt noch abnormes Holzparenchym vor[1]). Ich habe dieses bislang nur in den Asthölzern gesehen, jedoch will ich wiederum hervorheben, dass von Stamm- und Wurzelhölzern sehr wenig Material vorliegt. Es bildet im Querschnitt der Asthölzer gewöhnlich halbmondförmige Gruppen, welche von zwei Kreisbögen begrenzt werden, deren innerer parallel den Jahresringen verläuft (Taf. VI. Fig. 1). Dieses Parenchymgewebe setzt nach innen scharf gegen die Tracheïden ab, während es nach aussen allmählich in die folgenden Holzzellen übergeht. Fast immer liegt eine solche Gruppe ganz im Innern eines Jahresringes, und nur selten fand ich, dass sie zum Theil noch in den folgenden übergreift. Die Ausdehnung des abnormen Parenchyms ist sehr verschieden, und stets übertrifft der tangentiale und verticale Durchmesser den radialen um ein Mehrfaches (Taf. VI. Fig. 1. 3. 4); in den dünneren Asthölzern fand ich solche Gruppen bis zu 11 mm Höhe. Die Zellen, welche dieselben zusammensetzen, sind dünnwandig, unregelmässig-polyëdrisch und nahezu isodiametrisch; zuweilen treten auf ihren Membranen Tüpfel auf (Taf. VI. Fig. 2 und Taf. VII. Fig. 1 u. 2). Sie lassen in vielen Fällen (Taf. VII. Fig. 1 u. 2), zumal in jüngeren Entwickelungszuständen, eine radiale Anordnung erkennen, indem sich die Radialreihen der Tracheïden in das Parenchym fortsetzen; in späteren Stadien liegen sie anscheinend ordnungslos nebeneinander.

Was die Lage dieser Parenchymgruppen im Jahresring anlangt, so finden sie sich selten im ersten Frühjahrsholz (Taf. VII. Fig. 1. P und Tafel VIII. Fig. 2. P), häufiger zwischen Frühjahrs- und Sommerholz, gewöhnlich aber in letzterem selbst (Taf. VI. Fig. 1. P und Taf. VII. Fig. 2. P). In demselben Querschnitt eines dünnen Astes kommen zuweilen mehrere vor, so beobachtete ich deren drei in einem Horizontalschliff von etwa 1 qcm Fläche. Eine Gruppe liegt mitten im zweiten Jahresring und misst tangential etwa 4 mm und radial 0,5 mm; die zweite, von 3 und 0,11 mm Durchmesser, befindet sich in einer anderen Richtung, mitten im fünften Jahresring, und die dritte liegt im siebenten Jahresring, welcher der letzterhaltene ist. Die zweite derselben schneidet äusserlich mit dem Jahresring ab, indessen gehen einzelne radiale Parenchymreihen noch in das erste Frühjahrsholz des folgenden Ringes über. Was die Verbreitung des abnormen Holzparenchyms im Allgemeinen betrifft, so habe ich es in sehr vielen Dünnschliffen von Bernsteinhölzern gesehen. Daher kann man wohl sagen, dass es bei diesen Bäumen häufig vorgekommen ist.

Wenn wir unter den in der Literatur beschriebenen fossilen Hölzern Umschau halten, so finden wir einige Species, die abnormes Holzparenchym aufweisen. G. Kraus[2]) berichtet, dass er es

[1]) Ich habe bereits vor Erscheinen dieser Arbeit Herrn Prof. Tschirch in Berlin auf seinen Wunsch die Veröffentlichung einer meiner Abbildungen (Taf. VI. Fig. 3) als Holzschnitt in seiner Angewandten Pflanzen-Anatomie. I. Band. Wien und Leipzig 1889. Fig. 219 und 597 überlassen.

[2]) G. Kraus. Mikroskopische Untersuchungen über den Bau lebender und vorweltlicher Nadelhölzer. S. 167.

einmal an *Cupressinoxylon aequale* Goepp., sechsmal an *C. fissum* Goepp., zweimal an *Taxites Ayckei* Goepp. und einmal an *Pinites Schenkii* Kr. gesehen habe.

In weiteren Entwickelungszuständen findet man nun, dass das Innere der Parenchymzellen weniger oder mehr mit Harz erfüllt ist (Taf. VI. Fig. 2. 3), und noch später wird die Membran derselben angegriffen und allmählich aufgelöst. Auf diese Weise bilden sich im Holz der Bernsteinbäume, neben den schizogenen, auch lysigene Harzbehälter aus, auf welche ich später nochmals zu sprechen komme. Dieser Process vollzieht sich im Gewebe des abnormen Holzparenchyms von innen nach aussen (Taf. VI. Fig. 2) und endigt schliesslich damit, dass dasselbe völlig verharzt, wie z. B. auf Taf. VI. Fig. 4 zu sehen ist. Man bemerkt dann zwischen den Tracheïden eine grössere Harzmasse und erkennt nur hier und da noch an den Rändern die Reste des Parenchymgewebes, woraus jene hervorgegangen ist. Diese abnorm gebildeten Succinitkörper sind gewöhnlich so gross, dass sie schon mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können; auf Taf. XV. Fig. 3 ist beispielsweise ein Astholz abgebildet, an welchem mehrere derselben deutlich hervortreten. Wenn wir die ältere Bernstein-Literatur durchsehen, finden wir in Wort und Bild hier und da Andeutungen dafür, dass jene abnormen Harzmassen auch schon früher beobachtet worden sind. So erwähnt z. B. A. Fr. Schweigger[1]) dünne Bernsteinlamellen im Holze, und Joh. Chr. Aycke[2]) beschreibt ausführlich die Einlagerung kleiner Harzgallen zwischen den Jahresringen. Ferner kann man diese Harzmassen in den von A. Menge[3]) gelieferten Zeichnungen deutlich erkennen, und zwar einmal in der Längsansicht (a. a. O. Fig. 3 dd.) und dann auch im Querschnitt eines Astes (a. a. O. Fig. 4. d.). Ausserdem finden sich unter Goeppert's[4]) Abbildungen zweifellos solche, welche die gedachten Gebilde gleichfalls enthalten; aber beide Autoren haben sie nach ihrer Entstehung und Bedeutung nicht erkannt.

In den meisten Fällen beschränkt sich die Bildung des abnormen Holzparenchyms auf einen kleinen und bestimmten Theil eines Jahresringes der Asthölzer; zuweilen kommt es aber vor, dass sie ringsum, also im Querschnitt des Holzes ringförmig auftritt, und dann zu einer Erscheinung Anlass giebt, welche bei recenten Hölzern unter dem Namen der Auslösung bekannt ist. Ein ausgezeichnetes Beispiel hierfür bietet ein Astholz, welches ich auf Taf. XV. Fig 4 dargestellt habe, und ich vermuthe, dass auch ein früher von Goeppert[5]) abgebildetes Stück hierher gehört. Ich werde auf dieses abnorme Parenchym in dem Abschnitt über das Harz der Bernsteinbäume ausführlich zurückkommen.

Ausser den vorher erwähnten, ist eine andere Art von Holzparenchym im Holz der Bernsteinbäume mir nicht bekannt geworden; in Sonderheit bemerke ich, dass ich das normale Parenchym ausschliesslich in der Umgebung von schizogenen Intercellularen wahrgenommen habe. Goeppert[6]) führt zwar einzelne Verticalreihen von harzführenden Parenchymzellen, wie sie sonst in ausgezeichneter Weise z. B. bei Cupressaceen vorkommen (einfache Harzgänge Goepp.), auch bei seinen *Pinites succinifer, stroboides, Mengeanus* und *radiosus* auf, jedoch habe ich selbst diese Erscheinung nicht wiederfinden können. Was er als einfache Harzgänge im Holz der Bernsteinbäume beschreibt, sind entweder einfache, verkiente Tracheïden, deren Inhalt beim Trocknen horizontale Sprünge erhalten hat (a. a. O. Fig. 73), oder gefächerte

---

1) A. Fr. Schweigger. Beobachtungen auf naturhistorischen Reisen. Anhang: Bemerkungen über Bernstein. Berlin 1819. S. 101.

2) Joh. Chr. Aycke. Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig 1835. S. 54.

3) A. Menge. Beitrag zur Bernsteinflora. Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. VI. Band. 1. Heft. Danzig 1858. Tafel ohne Nummer.

4) Goeppert & Berendt. Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt. Berlin 1845. Taf. I. Fig. 8. 9. — Goeppert. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. Taf. I. Fig. 11 u. a. m.

5) Goeppert & Berendt. Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt. Berlin 1845. Taf. I. Fig. 4. — Goeppert. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. Taf. II. Fig. 29.

6) Goeppert. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 28 ff.

Tracheïden, welche gleichfalls eine Harzmasse im Innern führen (a. a. O. Fig. 60). Ebensowenig tritt meines Wissens normales Holzparenchym, unabhängig von den Harzcanälen, im Holz jetztweltlicher Arten der Gattung *Pinus* und *Picea* auf.

Markstrahlen. Die früher gemachten Mittheilungen über den Bau der Markstrahlen des Wurzelholzes gelten im Allgemeinen ebenso für das Stamm- und Astholz der Bernsteinbäume. Auch hier entstehen zwischen den Markstrahlen und den verticalen Elementen Intercellulargänge, welche oft recht deutlich sind. Da im Tangentialschliff die Seitenwände der Markstrahlzellen convex und die Wände der Tracheïden mehr oder weniger plan sind, so bilden sich fast überall da, wo zwei Zellen des Markstrahls an die Holzzellen angrenzen, dreiseitige Gänge; die Wandtheile der Markstrahlzellen, welche diese Intercellularen umgeben, sind oft getüpfelt (Taf. IX. Fig. 4. I). Nach Russow ist diese Orientirung der Tüpfelcanäle gegen Intercellularen bei lebenden Coniferen sehr verbreitet. Bei mehrschichtigen Markstrahlen treten auch zwischen den Markstrahlzellen, wo drei oder vier zusammenstossen, Intercellulargänge auf.

Aus dem Wurzel- und aus dem Stammholz liegen nur ältere Jahresringe vor, dagegen bieten dünnere Aeste auch Gelegenheit, die Markstrahlen in den ersten Jahresringen zu untersuchen. Es zeigt sich, dass sie hier einen etwas abweichenden Bau von dem in älterem Holz besitzen. Sie werden nämlich in den ersten Jahresringen lediglich aus einerlei Zellen, und zwar aus Parenchymzellen gebildet, welche aber nicht radial, sondern in der Längsrichtung des Astes gestreckt sind. Daher liegen die einfachen Tüpfel in dem, ohnedies schmalen, Tracheïdenfelde nicht neben-, sondern übereinander; die Tüpfel sind breit-elliptisch und bilden Verticalreihen bis zu 6. Diese hohen Zellen stehen stellenweise mit ähnlichen Zellen des tiefer oder höher gelegenen Markstrahls in unmittelbarer Verbindung[1]), während der weitere Verlauf der Markstrahlen getrennt ist. Hierdurch kommen unregelmässige Figuren zu Stande, welche lebhaft an die von Kny[2]) gegebenen Abbildungen erinnern. Später erst treten einzelne Quertracheïden auf, und zwar zunächst in der Mitte und dann auch an den Rändern. Im älteren Astholz sind also die Markstrahlen, ebenso wie im Wurzel- und Stammholz, gleichfalls aus zweierlei Zellen gebildet, nämlich aus Parenchymzellen und aus Tracheïden, welche in radialer Richtung continuirliche Reihen ausmachen. Ueber das numerische Verhältniss der zweierlei Zellreihen zu einander lässt sich kaum mehr aussagen, als bereits früher geschehen ist. Gewöhnlich begrenzen eine oder zwei Tracheïdenreihen den Markstrahl oben und unten, während die Mitte von Parenchymreihen gebildet wird; oft tritt aber auch hier noch eine Tracheïdenreihe auf. Da von den Asthölzern eine grössere Zahl von Schliffen mir zur Verfügung stand, so gebe ich nachfolgend die Zusammensetzung von je zehn Markstrahlen aus sechs verschiedenen Asthölzern. Nach De Bary's Vorgang bezeichne ich in dieser Tabelle die Zahl der Quertracheïden mit römischen und die Zahl der Parenchymzellen mit arabischen Ziffern. Die Quersumme giebt jedesmal die Anzahl der radialen Zellreihen des Markstrahls übereinander an. Die Zählung wurde auf Radialschliffen an beliebig ausgewählten Markstrahlen ausgeführt, welche wenigstens sieben Zellreihen hoch sind.

---

1) Diese unmittelbare Verbindung besteht in der That zwischen zwei Markstrahlen in den ersten Jahresringen, dagegen beruht Goeppert's Annahme von dem Vorhandensein gewisser Verbindungsleisten zwischen den im weiteren Verlauf getrennten Markstrahlen auf einem Irrthum (s. S. 55).

2) Kny. Anatomie des Holzes von *Pinus silvestris* L. S. 191. Fig. 7, 8.

Zusammensetzung der einschichtigen Markstrahlen.

Astholz IX.	Astholz X.	Astholz XI.	Astholz XII.	Astholz XIII.	Astholz XIV.
I . 1 . IX	III . 6 . II	IV . 3 . II	I . 5 . I	III . 3 . II	II . 2 . II . 1 . I
III . 4 . II	I . 7 . II . 8 . I	III . 3 . I	I . 2 . I . 3 . I	I . 5 . II	II . 7 . II
I . 1 . II . 3 . I	II . 5 . I	III . 3 . III	2 . I . 4 . II	I . 5 . I	II . 6
V . 1 . II	I . 6 . I . 5. I	III . 2 . III	I . 3 . II . 1 . I . 1 . II	I . 7	II . 8 . II
IV . 2 . III	III . 5 . I	III . 3 . I . 3 . II	I . 1 . I . 3 . I	I . 5 . I	I . 1 . II . 3 . I
I . 5 . I . 2 . II	I . 5 . I	III . 3 . II	II . 5 . II . 1 . I	II . 1 . I . 2 . II	I . 8 . I
II . 1 . II . 6 . III	I . 6 . II . 2 . II	III . 5 . I . 1 . I	I . 6 . I . 4 . I	II . 7 . I	II . 7
II . 2 . III . 2 . II	II . 6 . II	III . 5 . I	I . 5 . I	4 . I . 4	I . 6 . I
II . 2 . I . 1 . II	II . 4 . I	III . 3 . I	I . 5 . II . 1 . II	II . 1 . II . 1 . I	II . 5 . I
I . 4 . II	I . 8 . I	I . 7 . II	I . 1 . I . 3 . I . 2 . I	I . 6 . I	II . 2 . I . 9 . I

Aus dieser Tabelle ergiebt sich, dass die Zusammensetzung eine sehr ungleiche ist und eine Gesetzmässigkeit nicht erkennen lässt. In mehreren Markstrahlen herrschen die Quertracheïden vor, wie es auch zuweilen in anderen Hölzern stattfindet; niedrigere Markstrahlen, bis zu fünf Zellreihen übereinander, werden nicht gerade selten ausschliesslich aus Quertracheïden gebildet. Andere fossile Abietaceenhölzer können wir hiermit nicht in Vergleich ziehen, weil an diesen die analogen Verhältnisse kaum so genau bekannt sind, hingegen wissen wir von lebenden *Pinus*-Arten, z. B. von *Pinus silvestris* L.[1]), dass oft niedrigere Markstrahlen, bis zu drei Zellreihen Höhe, lediglich Quertracheïden enthalten. Paul Schulz[2]) führt von *Pinus Hartwegii* sogar einen fünfreihigen Markstrahl an, der nur aus Tracheïden besteht.

Sämmtliche Wände der Quertracheïden sind mit behöften Tüpfeln bedeckt, wie aus zahlreichen Abbildungen hervorgeht (Taf. VIII. Fig. 4. 5; Taf. IX. Fig. 1 bis 3 u. 5; Taf. X. Fig. 3). Die Tüpfel sind kreisrund, klein, von wechselnder Grösse, und stehen oft so gedrängt bei einander, dass sie sich gegenseitig berühren und abplatten (Taf. VIII. Fig. 5; Taf. X. Fig. 3). Die Schliesshaut verläuft entweder in einer Ebene mitten durch den linsenförmigen Tüpfelraum (Taf. IX. Fig. 2. T) oder legt sich der einen Innenseite an (Taf. IX. Fig. 2. T′), jedoch habe ich eine Gesetzmässigkeit in dem Wechsel dieses Verhaltens nicht auffinden können; der Torus ist linsenförmig verdickt.

Bemerkenswerth ist eine eigenartige Verdickungsform der Membran, welche wir schon im Wurzelholz kennen gelernt haben; sie ist oft im Stammholz und noch öfter im Astholz zu sehen. Zunächst im Horizontalschiff bemerkt man schmale Leisten mit breiter Basis von den Radialwandungen der Quertracheïden sich abheben und in tangentialer Richtung quer durch dieselbe verlaufen (Taf. VIII. Fig. 4). Dies kann sich in derselben Quertracheïde mehrfach wiederholen, oft liegt eine Leiste an jeder Seite der kleinen Hoftüpfel auf der Horizontalwand der Quertracheïden. Diese Leisten müssen sehr flach sein, denn in der Radialansicht heben sie sich nur als niedrige zackige Vorsprünge von der Wand ab (Taf. IX. Fig. 1. 2). Im Tangentialschnitt sind sie garnicht oder als sehr schmaler

---

1) Weiss. Allgemeine Botanik. I. Band. Wien 1878. S. 508. — Kny. Anatomie des Holzes von *Pinus silvestris* L. S. 216.

2) Paul Schulz. Das Markstrahlengewebe und seine Beziehungen zu den leitenden Elementen des Holzes. Jahrbuch des Königlichen Botanischen Gartens und des Botanischen Museums zu Berlin. II. Band. Berlin 1882. S. 11 des Sep.-Abz.

Saum an der Innenwand der Quertracheïde sichtbar (Taf. IX. Fig. 3). Diese tangentialen Ringleisten werden noch verbunden durch andere, horizontal laufende Leisten, die auf Tangentialbildern des Astholzes besonders deutlich hervortreten (Taf. IX. Fig. 5); aber auch im Horizontalschliff sieht man sie zuweilen als Saum, der sich zwischen zwei Tangentialleisten im Innern der Zelle hinzieht (Taf. VIII. Fig. 4). Diese ganze Einrichtung hat offenbar den Zweck, die Quertracheïden und somit auch die Markstrahlen gegen einen Druck, vornehmlich in tangentialer Richtung, widerstandsfähiger zu machen. Die Frage, ob letztere Verdickungsform der Wand der Quertracheïden auch im Wurzel- und Stammholz der Bernsteinbäume auftritt, muss vorläufig offen bleiben, denn in den seltensten Fällen ist die Erhaltungsart eines fossilen Holzes überhaupt, zumal wenn es von Parasiten zersetzt ist, so vollkommen, dass derartige Einzelheiten erkannt werden können. Jene Asthölzer, welche diese zeigen, habe ich erst nach sehr langem Sammeln und aufmerksamem Untersuchen aufgefunden, und die meisten besitzen sie nur in schwacher Ausbildung. Aehnliche leistenförmige Verdickungen sind auch im Holz von manchen recenten *Pinus*-Arten, z. B. *Pinus silvestris* L. und *P. Laricio* POIR., sowie von *Sciadopitys* beobachtet worden[1]). Bei *Picea excelsa* LINK kommen die tangentialen Leisten auf der Innenwand der Quertracheïden gewöhnlich garnicht, selten in schwacher Ausbildung vor.

Die vorerwähnten tangentialen Leisten in den Quertracheïden sind schon von H. R. GOEPPERT auf einigen Radialschnitten seines *Pinites stroboides* gesehen worden, denn er spricht hier von „knotigen Verdickungen" der Membran. Was er aber als Ansätze dieser Gebilde beschreibt und abbildet[2]), ist nichts anderes, als Wandreste der darüber liegenden Längstracheïden, welche beim Anfertigen des mikroskopischen Präparates abgetrennt sind. GOEPPERT ist dabei also in den nämlichen Irrthum verfallen, wie vierzig Jahre früher bei Darstellung des anatomischen Baues von *Pinus silvestris*, wo später die Verhältnisse von G. KRAUS und A. SCHENK richtig gestellt sind.

Den zweiten Bestandtheil der Markstrahlen bilden die Parenchymzellen, welche hier regelmässiger gebaut sind und fester zusammenschliessen als im Wurzelholz. Sie besitzen mehr oder weniger die Form eines vierseitigen Prismas, dessen Längsaxe radial verläuft und dessen radiale Seitenwände convex nach aussen gebogen sind. Die Parenchymzellen erscheinen in den vorliegenden Hölzern zuweilen mit einem braunen Inhalt angefüllt (Taf. IX. Fig. 1), meistens aber farblos. Was ihre tangentiale Höhe anlangt, so stellt sich dieselbe im Durchschnitt

	im Stammholz	I.	auf	24,3 μ,
	„ „	II.	„	23,2 μ,
hingegen				
	im Astholz	II.	auf	18,3 μ,
	„ „	III.	„	19,0 μ,
	„ „	IV.	„	19,0 μ,
	„ „	VI.	„	17,4 μ,
	„ „	VII.	„	18,7 μ.

Wir ersehen hieraus, dass auch die Grösse dieser Elemente von den Aesten durch den Stamm bis zur Wurzel allmählich zunimmt.

Die Wände der Parenchymzellen sind mit einfachen Tüpfeln besetzt, welche hinsichtlich ihrer Grösse, Form und Vertheilung eine grosse Mannigfaltigkeit zeigen. Im Querschnitt sieht man oft kleine, kreisrunde Tüpfel in der horizontalen Wand nahe den Seitenrändern liegen (Taf. X. Fig. 2). Auf der radialen

1) L. KNY. Anatomie des Holzes von *Pinus silvestris* L. S. 217 ff. — DE BARY. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877. S. 506.

2) GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. Taf. X. Fig. 71.

Wand sind gewöhnlich in der Breite einer Tracheïde, in zwei Reihen übereinander, vier runde oder etwas breitgezogene Tüpfel von c. 3,5 bis 4,5 μ Durchmesser (Taf. IX. Fig. 1); daneben kommen auch häufig drei, und zwar in zwei Reihen zu zwei und eins vor. Ferner finden sich in einer Parenchymzelle nur zwei Tüpfel neben- oder übereinander, welche dementsprechend in der Längs- bzw. in der Queraxe erweitert sind, und endlich nimmt zuweilen auch ein einziger, grosser Tüpfel von kreisrundem oder elliptischem Umfang mit aufrecht stehender Längsaxe den ganzen Raum ein. In demselben Maasse, wie die Anzahl der Tüpfel in einem Felde abnimmt, wächst ihr Durchmesser, sodass derselbe bei den einzeln stehenden Tüpfeln bis zu 10, ja sogar 12 μ anwachsen kann. In seltenen Fällen sieht man diese Tüpfel von einem schmalen Saume umgeben, wie es in der untersten Reihe von Parenchymzellen auf Taf. IX. Fig. 1 dargestellt ist. Diese Erscheinung mag darauf zurückzuführen sein, dass sich der Porencanal nach dem Lumen der Tracheïde hin verengt, und daher doppelt conturirt aussieht; ein echter Hoftüpfel tritt hier nicht auf.

Es kommt vor, dass in manchen Präparaten von geringerem Umfang die eine oder andere Grösse und Vertheilung von Tüpfeln vorherrscht oder auch ausschliesslich auftritt, und daraufhin unterschied GOEPPERT zwei besondere Baumarten: *Pinites succinifer* ist nach ihm durch kleine Tüpfel ausgezeichnet, welche zu mehreren über einer Tracheïdenbreite liegen, und *P. stroboides* durch grosse einzelne Tüpfel. Indessen habe ich die Erfahrung gemacht, dass nicht allein in demselben Holzstück und in dem nämlichen Dünnschliff, sondern auch in demselben Markstrahl, wie z. B. Taf. X. Fig. 4 lehrt, alle Uebergänge gleichzeitig vorkommen. Daher sind beide Species nur nach einer wechselnden Ausbildungsweise derselben Baumart unterschieden, und können nicht aufrecht erhalten werden. Uebrigens ist das Vorkommen verschiedener Tüpfel im Strahlenparenchym desselben Holzes keineswegs ohne Analogon in der lebenden Flora, z. B. führt P. SCHULZ[1]) an, dass bei *Pinus patula* SCHIED. & DEPP., statt des einen grossen Porus, vier kleine auftreten können, und ich selbst habe in einem Astholz von *Pinus Laricio* POIR. aus dem Botanischen Garten der Königlichen Universität Berlin nebeneinander Felder mit einem, mit zwei und drei Tüpfeln gesehen. JUL. SCHRÖDER[2]) hat dieselbe Beobachtung aus dem Holz von *P. Laricio* POIR. *α*) *austriaca* ENDL. und *β*) *Pallasiana* ENDL. mitgetheilt. Er fand in einem Astholz der letzteren nahezu ebenso oft, an Stelle des einen grossen Tüpfels zwischen den Längstracheïden und Parenchymzellen der Markstrahlen, zwei bis vier und mehr Tüpfel, dagegen in einem Stammholz derselben Baumart fast überall den Typus der gemeinen Kiefer, während drei bis vier Tüpfel hier nur sehr ausnahmsweise auftraten. Dieser Fall ist wohl der einzige bei lebenden Abietaceen beobachtete, wo der Bau des Stamm- und Astholzes nicht vollständig übereinstimmt. Hienach könnte man geneigt sein, die verschiedenartige Ausbildung der Tüpfel des Strahlenparenchyms der Bernsteinhölzer dahin zu deuten, dass man die Stücke mit vorherrschend einzelnen, grossen Tüpfeln für Stamm- bzw. älteres Astholz und die mit mehreren kleinen Tüpfeln für jüngeres Astholz erklärt. Ich bin bis jetzt aber noch nicht in der Lage gewesen, jene Untersuchungen an recenten Hölzern selbst zu wiederholen.

Erwähnenswerth ist noch eine andere Erscheinung, welche ich bisweilen in dem Strahlenparenchym angetroffen habe. Es treten nämlich in der Radial- und Tangentialansicht an der Innenwand der Parenchymzellen kleine Hervorragungen auf, welche kleinen tangentialen und radialen Leisten entsprechen (Taf. IX. Fig. 1 und 4). Sie laufen vornehmlich in den Radialkanten der Zellen und tragen wohl wesentlich zur Verstärkung derselben bei. Ob diese Leisten hauptsächlich in denjenigen Parenchym-

1) PAUL SCHULZ. Das Markstrahlengewebe und seine Beziehungen zu den leitenden Elementen des Holzes. Jahrbuch des Königlichen Botanischen Gartens und des Botanischen Museums zu Berlin. II. Band. Berlin 1882. S. 5 u. 7 des Sep.-Abz.

2) JULIUS SCHROEDER. Das Holz der Coniferen. Tharander forstliches Jahrbuch. XXII. Bd. 1. Heft. Dresden 1872. S. 42 ff.

zellen vorkommen, welche den Quertracheïden benachbart sind, wie es KNY[1]) bei *Pinus silvestris* L. constatirt hat, konnte ich im vorliegenden Falle mit Sicherheit nicht erkennen.

Die einschichtigen Markstrahlen erreichen hinsichtlich der über einander lagernden Stockwerke und auch nach absolutem Maass eine sehr verschiedene Höhe. Nachdem ESSNER[2]) und KRAUS[3]) nachgewiesen haben, dass die Höhe der Markstrahlen in jeder Species nach Alter, Organ und individuellen Eigenthümlichkeiten wechseln kann, werden wir auch den folgenden Zahlen nur einen bedingten Werth beimessen können.

Höhe der einschichtigen Markstrahlen im Stammholz.

Stammholz I.	Höhe in Zellen.	Höhe in Millim.
Minimum . . .	1	0,02
Maximum . . .	22	0,60
Durchschnitt .	8	0,40

Stammholz II.	Höhe in Zellen.	Höhe in Millim.
Minimum . . .	1	0,03
Maximum . . .	28	0,64
Durchschnitt .	9	0,38

Höhe der einschichtigen Markstrahlen im Astholz.

Astholz II.	Höhe in Zellen.	Höhe in Millim.
Minimum . . .	1	0,03
Maximum . . .	11	0,22
Durchschnitt .	6—7	0,13

Astholz III.	Höhe in Zellen.	Höhe in Millim.
Minimum . . .	1	0,03
Maximum . . .	14	0,23
Durchschnitt .	6	0,12

Astholz IV.	Höhe in Zellen.	Höhe in Millim.
Minimum . . .	1	0,02
Maximum . . .	14	0,24
Durchschnitt .	5—6	0,15

Astholz VI.	Höhe in Zellen.	Höhe in Millim.
Minimum . . .	1	0,03
Maximum . . .	12	0,22
Durchschnitt .	5—6	0,11

Astholz VII.	Höhe in Zellen.	Höhe in Millim.
Minimum . . .	1	0,02
Maximum . . .	11	0,27
Durchschnitt .	6—7	0,13

Wenn wir die vorstehenden Tabellen mit denjenigen der Wurzelhölzer in Vergleich bringen, so bemerken wir, dass die Markstrahlen nach Zellen und Millimetern im Stammholz am Höchsten sind, und dass deren Höhe im Wurzel- und besonders im Astholz in Abnahme begriffen ist; in letzteren bestehen die Markstrahlen durchschnittlich aus 5 bis 7 Stockwerken. Daneben kommen natürlich

1) KNY. Anatomie des Holzes etc. S. 215.

2) ESSNER. Ueber den diagnostischen Werth der Anzahl und Höhe der Markstrahlen bei den Coniferen. Abhandlungen der Naturf. Gesellschaft zu Halle. Band XVI. Halle 1886. S. 1 ff.

3) KRAUS. Beiträge zur Kenntniss fossiler Hölzer. II. Ebd. S. 92 ff.

auch bedeutend höhere vor, aber sehr selten; so sah ich auf dem Tangentialschliff ausnahmsweise einen Markstrahl von 22 Zellen Höhe, während die anderen über die gewöhnliche Höhe kaum hinausgingen. Diese sehr niedrigen Markstrahlen geben Anlass zu eigenthümlichen Bildern, die den Beobachter anfangs irre leiten können. Wenn nämlich der Querschliff etwas von der Horizontalen abweicht, so wird der Markstrahl durchschnitten, und man erhält solche Ansichten, wonach die Markstrahlen nach aussen blind zu endigen scheinen. Diese Erscheinung ist auf manchen Schliffen so allgemein (Taf. VIII. Fig. 2), dass ich lange Zeit hindurch getäuscht wurde. Aber die Erwägung, dass in lebenden Gewächsen etwas Aehnliches nicht bekannt ist, und die fernere Erwägung, dass der Zweck der Markstrahlen — plastische Substanzen aus dem Cambium in das Innere zu leiten — durch ein centripetales Endigen inmitten des Holzkörpers illusorisch gemacht werden würde, gaben mir zu Bedenken Anlass. Eine wiederholte eingehende Untersuchung erwies nun, dass jene Bilder auf schiefe Schnitte zurückzuführen sind. Weil eben die Markstrahlen eine sehr geringe Höhe besitzen, braucht die Schliffebene nur wenig von der Horizontalen abzuweichen, um derartige Bilder hervorzurufen.

Die bisher geschilderten, einschichtigen Markstrahlen sind durchaus prävalirend im ganzen Holzkörper. Daneben kommt aber auch noch eine zweite Form vor, welche in ihrem mittleren Theile mehrschichtig ist (Taf. V. Fig. 3, Taf. VI. Fig. 4, Taf. XII. Fig. 8). Dass dieselbe nicht eben zahlreich auftritt, geht aus Folgendem hervor.

Im Stammholz I kommen auf 1 qmm

44	Markstrahlen,	wovon	2	mehrschichtig sind.
46	„	„	2	„
47	„	„	4	„
45	„	„	1	„

Im Astholz II kommen auf 1 qmm

138	Markstrahlen,	wovon	6	mehrschichtig sind.
58	„	„	2	„
89	„	„	4	„

Im Astholz III kommen auf 1 qmm

64	Markstrahlen,	wovon	2	mehrschichtig sind.
45	„	„	2	„
62	„	„	3	„
50	„	„	1	„

Im Astholz VI kommen auf 1 qmm

54	Markstrahlen,	wovon	1	mehrschichtig ist.
50	„	„	1	„
52	„	„	1	„
55	„	„	2	„
49	„	„	1	„

Im Astholz VII kommen auf 1 qmm

53	Markstrahlen,	wovon	2	mehrschichtig sind.
50	„	„	3	„
62	„	„	2	„
54	„	„	1	„
59	„	„	0	„

Diese Zusammenstellungen beweisen, dass die Zahl der Markstrahlen in der Wurzel gering, im Stamm grösser und in den Aesten sehr gross ist. Es geht ferner hervor, dass sich die Zahl der einfachen zu der der zusammengesetzten verhält:

im Stammholz	I	wie	25	: 1
im Astholz	II	„	27	: 1
„ „	III	„	26,6	: 1
„ „	VII	„	34,7	: 1
„ „	VI	„	42,7	: 1

Wenngleich im Allgemeinen die mehrschichtigen Markstrahlen spärlich vertheilt sind, können sie dennoch an einzelnen Stellen häufiger auftreten. Eine so dichte Gruppirung, wie GOEPPERT[1]) sie von seinem *Pinites radiosus* abbildet, welcher nichts anderes als die Tangential-Ansicht von *Pinus succinifera* ist, habe ich freilich nicht gesehen; immerhin würde ich diese Erscheinung für individuell und nicht für specifisch unterscheidend halten, und daher meine ich auch, dass die gedachte Art einzuziehen ist. In der Höhe sind die mehrschichtigen Markstrahlen grösser als die einschichtigen; ich sah sie im Astholz bis 17 Zellreihen und nach Maass 0,37 mm hoch. Ihr Bau entspricht im Allgemeinen dem der einschichtigen Markstrahlen. Die beiden Kanten werden hauptsächlich von einer oder mehreren Reihen Quertracheïden eingenommen, während der mittlere Theil fast ausschliesslich aus Parenchym gebildet ist. Auch hier runden sich die Parenchymzellen ab, wenn sie miteinander oder mit Längstracheïden zusammenstossen, und lassen Intercellulargänge von geringerem oder grösserem Lumen zwischen sich.

Die mehrschichtigen Markstrahlen umschliessen gewöhnlich einen Harzcanal, jedoch habe ich zweimal im Stammholz einen zweischichtigen Markstrahl gesehen, welcher keinen Harzgang besass; auch aus anderen fossilen Abietaceenhölzern sind mir ähnliche Bilder in Erinnerung. Dieser Canal liegt gewöhnlich in der Mitte; nur in seltenen Fällen ist er aus der Mitte herausgerückt und erscheint der oberen oder unteren Kante genähert, während dies im Wurzelholz sehr häufig vorkommt. Aeusserst selten habe ich in demselben Markstrahl zwei Harzgänge übereinander gesehen; diesen Fall hat auch GOEPPERT[2]) dargestellt. Diese horizontalen Canäle sind enger als die verticalen, mit denen sie sonst im Bau übereinstimmen; beide stehen miteinander in offener Communication. Ich habe an mehreren Stellen, wo beide getroffen waren, bemerkt, dass sich die Epithelzellen des einen unmittelbar in die des anderen fortsetzten, und dass die Harzmasse des einen direct in die des anderen überging. Solche offene Anastomose, welche früher an recenten Abietaceen vielfach bestritten wurde, ist zuerst von R. HARTIG bei *Picea excelsa* Lk.[3]) abgebildet worden; ausserdem hat KNY[4]) offene Anastomosen mehrfach bei *Pinus silvestris* L. und *Larix europaea* DC. gesehen. Ebenso wie in den senkrechten Harzcanälen die Epithelzellen auswachsen, nachdem sie zu functioniren aufgehört haben, und dann den inneren Hohlraum durch ein Füllgewebe schliessen, geschieht es auch in den wagrechten, und zwar hält dieser Process in beiden von innen nach aussen gleichen Schritt. Ich habe schon oben bemerkt, dass auch die Füllgewebe beider Canäle da, wo sie anastomosiren, in einander übergehen (Taf. V. Fig. 8).

Wie erwähnt, sind die mehrschichtigen Markstrahlen bei Weitem seltener als die einfachen, sodass man bei mittleren Vergrösserungen oft nicht einen einzigen der ersteren im Gesichtsfelde erblickt. Hierdurch wird es erklärlich, dass GOEPPERT das Vorhandensein von mehrschichtigen Markstrahlen im Holze seines *Pinites succinifer* gänzlich in Abrede stellt. In der Beschreibung des Bernsteinbaumes vom Jahre

1) GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. Taf. XII. Fig. 86.
2) GOEPPERT. Ebd. Taf. XII. Fig. 86. bd.
3) R. HARTIG. Lehrbuch der Baumkrankheiten. Berlin 1882. S. 137. Fig. 65.
4) KNY. Anatomie des Holzes etc. S. 223.

1845 bemerkt er zwar, dass die Markstrahlen selten ein grosses Harzgefäss einschlössen, allein in der dort folgenden lateinischen Diagnose thut er dessen keinerlei Erwähnung, und in seiner letzten Arbeit im Jahre 1883 sagt er ausdrücklich, dass dieser Baum einreihige Markstrahlen besitze, welche niemals einen grossen Harzgang enthielten; ein solcher komme nur bei *Pinites radiosus* vor[1]). Letztere Art gründete er auf eine jener dünnen, tangentialen Holzlamellen im Succinit, auf welche ich später zu sprechen kommen werde; er kannte davon also lediglich diese eine Tangential-Ansicht.

Der Verlauf der Markstrahlen ist gewöhnlich ein gerader in der Richtung des Radius, wenn die Jahresringe überall gleich stark entwickelt sind, d. h. wenn sie concentrische Ringe um den Markcylinder darstellen. Sobald aber das Dickenwachsthum einseitig gefördert ist, findet eine Ablenkung statt; auch auf den kleinen, mir vorliegenden Horizontalschliffen ist dies zuweilen zu erkennen. Sehr bemerkenswerth ist eine Erscheinung, welche Taf. IV. Fig. 6 zeigt. Die Markstrahlen, welche in der Richtung des ↓ liegen, verlaufen ziemlich gerade; hingegen sind die rechts davon nach rechts und die links davon befindlichen nach links abgelenkt. Die rechte Seite ist nicht weiter conservirt als das Bild reicht, auf der linken hat ein Ausgleich stattgefunden, weshalb die weitere Partie des Stückes nicht gezeichnet ist. Die Ablenkung hat sich nicht gleichmässig durch den ganzen Jahresring vollzogen, vielmehr verläuft der Markstrahl durch die ganze Breite des Frühjahrsholzes gerade und beschreibt erst in der schmalen Zone des Sommerholzes eine Curve nach links, um im Frühjahrsholz des nächsten Ringes wieder in der Richtung des Radius weiter zu gehen. Entsprechend dem Verlauf der Markstrahlen, erfahren auch die Radialreihen der Tracheïden im Sommerholz eine Ablenkung (Taf. X. Fig. 1). Der Grad der Krümmung ist in den inneren Jahresringen im Allgemeinen schwächer und in den äusseren stärker. Was die Veranlassung zu dieser seltenen Erscheinung betrifft, so lässt sich schwerlich darüber etwas aussagen, zumal sie meines Wissens an keinem anderen fossilen oder recenten Holze bisher beschrieben ist. Die allgemeine Erfahrung lehrt, dass die Richtung der Markstrahlen im einzelnen Jahresring abhängig ist von den Zugkräften, welche während seiner Entstehung wirksam sind[2]). Aus dem gegebenen Bilde muss man folgern, dass der tangentiale Zug im Sommer jedes Jahres bei ↓ geringer geworden ist, infolge dessen jene Ablenkung erfolgte. Es kann z. B. an der gedachten Stelle ober- oder unterhalb des Dünnschliffes in der Rinde und in den äusseren Holzlagen ein verticaler Riss entstanden sein, der sich jedesmal im Herbst wieder schloss. Jedenfalls meine ich, dass die gedachte Erscheinung abnorm und auf eine Beschädigung zurückzuführen ist.

3. Mark.

Der Markcylinder ist in Verbindung mit dem Holzkörper nicht gerade selten erhalten (Taf. VII. Fig. 3. M., Taf. X. Fig. 5. 6), und zwar gehört derselbe dann stets jüngeren Asthölzern an. Wie wir oben erwähnt haben, zeigen alle Jahresringe einen übereinstimmenden Bau, bis auf den ersten, welcher unmittelbar dem Mark anliegt. Dieser enthält nämlich in seiner innersten Partie, der sog. Markkrone, immer Tracheïden mit eng aneinanderliegenden Spiralwindungen. Stellenweise sind diese gestreckt und gehen in ringförmige Verdickungen über; dazwischen lassen sich schon die Anfänge zur Bildung einzelner Hoftüpfel erkennen, welche zunächst als einfache Ringe auftreten (Taf. X. Fig. 7). Dieselben werden in den folgenden Tracheïden zahlreicher, und man kann dann auch schon die Basis und die

---

[1]) Goeppert. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 29.

[2]) Schwendener. Ueber die durch Wachsthum bedingte Verschiebung kleinster Theilchen in trajectorischen Curven. Monatsbericht der Königl. Academie der Wissenschaften. Berlin 1880. S. 430.

Ausmündungsöffnung des Tüpfelhofes unterscheiden. In demselben Maasse aber werden die spiraligen und ringförmigen Verdickungen undeutlicher, bis sie schliesslich ganz verschwinden.

Der Markcylinder ist gewöhnlich sechs-, zuweilen sieben- oder achtstrahlig, wie überhaupt bei den Abietaceen. Derselbe besteht aus einem lockeren Gewebe parenchymatischer Zellen, welche in der Längsrichtung des Organs gestreckt sind. Die Wände der Zellen können sich verdicken und werden dann mit einfachen Tüpfeln bekleidet.

Zuweilen entstehen im Mark lysigene Harzgänge, welche ganz unregelmässig begrenzt sind und gesetzlos auftreten. Sie können übrigens so sehr an Grösse zunehmen, dass schliesslich der ganze Markcylinder verharzt und schon mit blossem Auge als Harzmasse erkannt werden kann. Diese Erscheinung ist in ausgezeichneter Weise an dem auf Taf. XV. in Fig. 4 abgebildeten Objecte zu sehen, wo beim Anschleifen der Fläche der weichere Holz- und Rindenkörper mehr angegriffen ist, und deshalb vertieft liegt, während der verharzte Markcylinder, sowie das übrige Harz, ein höheres Niveau bilden.

* * *

Bevor ich die Capitel über Wurzel, Stamm und Aeste der baltischen Bernsteinbäume beschliesse, will ich es nicht unterlassen hieraus noch folgende Punkte besonders hervorzuheben. Die mir bekannt gewordenen Reste der Rinde, des Holzes und des Markes zeigen eine grosse Uebereinstimmung in ihrem anatomischen Bau und variiren nur innerhalb der Grenzen, welche für verschiedene Organe und Individuen derselben Species bestehen. Die umständlich mitgetheilten Tabellen veranschaulichen die Veränderlichkeit in der Weite der Jahresringe, in der Breite der Tracheïden, in der Höhe der Tüpfel, in der Weite und Dichtigkeit der Harzcanäle, in der Zusammensetzung, Höhe und Dichtigkeit der Markstrahlen, sowie in der Höhe ihrer Parenchymzellen, auf dem nämlichen Dünnschliff. Was die getüpfelten Epithelzellen der schizogenen Harzgänge betrifft, so habe ich dieselben zwar in vielen Präparaten nicht auffinden können, jedoch glaubte ich in diesen Fällen nicht ohne Weiteres auf ihr ursprüngliches Fehlen schliessen zu sollen. Bei dem allgemeinen Zustande der Verharzung, in welchem sich nahezu alle Hölzer befinden, sind jene Epithelzellen mehr oder weniger verändert, oft auch gänzlich aufgelöst, und diesem Umstande schreibe ich es zu, dass jene getüpfelten Zellmembranen im mikroskopischen Bilde häufig vermisst werden. Auch die Wandungen der Quertracheïden, welche an den Rändern der Markstrahlen liegen, zeigen insofern eine Verschiedenheit, als manche derselben zackig bzw. leistenförmig verdickt sind, während anderen wiederum diese Eigenthümlichkeit fehlt. Wenn man aber berücksichtigt, dass sich die Hölzer in einem mehr oder weniger vorgeschrittenen Zustande der Zersetzung befinden, und hierdurch die Wandstärke der Zellen oft wesentlich gelitten hat, so findet jene Variabilität darin ihre Erklärung. Ferner herrscht in der Tüpfelung der radialen Wand der Parenchymzellen der Markstrahlen ein grosser Wechsel, denn es giebt mikroskopische Bilder, in welchen gewöhnlich nur ein Tüpfel und andere, in denen meistens vier Tüpfel in der Breite einer Längstracheïde liegen. Allein ich habe an geeigneter Stelle darauf hingewiesen, dass diese verschiedenartige Ausbildung und Vertheilung der Tüpfel nicht etwa für bestimmte Holzstücke charakteristisch ist, sondern mit allen Uebergängen zuweilen in demselben Markstrahl auftritt. Daher liegt für mich keine Veranlassung vor, die im Succinit enthaltenen Holz- und Rindenstücke specifisch zu trennen, vielmehr belege ich sie insgesammt mit dem Namen *Pinus succinifera*. Wiewohl es hiernach den Anschein hat, als ob nur eine einzige Species unter den Holz- und Rindenresten vertreten sei, so will ich nochmals hervorheben, dass in Anbetracht der grossen Gleichförmigkeit des anatomischen Baues der Abietaceen überhaupt, sowie in Anbetracht des durch Verharzung und Zersetzung veränderten Erhaltungszustandes der Bernsteinhölzer im Besonderen, die Möglichkeit zugestanden werden muss, dass auch mehrere Baumarten darunter vertreten sein können. Indessen halte ich nach

unserer gegenwärtigen Kenntniss der fraglichen Reste im Succinit eine specifische Trennung für unthunlich und habe auch nachgewiesen, dass die von früheren Autoren aufgestellten Arten nur auf verschiedene Theile und Entwickelungsweisen derselben Art zurückzuführen sind. Die beiden GOEPPERT'schen „Hölzer" *Pinites anomalus* und *Physematopitys succinea* gehören meines Erachtens der Innenrinde von *Pinus succinifera* an, und zwar stellt ersteres eine radiale, und letzteres eine tangentiale Ansicht derselben dar. *Taxoxylum electrochyton* MENGE ist kein Taxaceenholz, sondern eine echte *Pinus succinifera*, da die Tracheïden nicht spiralig verdickt, sondern spiralig gestreift sind. *Pinites stroboides* gründete GOEPPERT auf solche Radialschnitte, wo die Parenchymzellen der Markstrahlen mit besonders grossen Poren versehen sind; jedoch habe ich gezeigt, dass diese Trennung unnatürlich ist, da die Tüpfelung in demselben Markstrahl ausserordentlich variirt *Pinites Mengeanus* GOEPP. ist auf die Tangentialansicht von einer der letzten Zellschichten des Sommerholzes, und *P. radiosus* GOEPP. auf eine andere Tangentialansicht mit zahlreichen mehrschichtigen Markstrahlen von *Pinus succinifera* gegründet.

Was die Bestimmung der vorliegenden Rinden- und Holzreste betrifft, so deuten sie mit Gewissheit auf die Gattung *Pinus* im weiteren Sinne hin; allein ich kenne im anatomischen Bau der Wurzel, des Stammes und der Aeste kein durchgreifendes Merkmal, wodurch man die Gattung *Picea* LINK von *Pinus* L., LINK emend. unterscheiden könnte. Die Rinde auswärtiger Arten dieser beiden Gattungen ist zu wenig bekannt, und im Holz geben weder die Tangentialtüpfel der Längstracheïden, noch die getüpfelten Epithelzellen der Harzcanäle, noch die leistenförmigen Verdickungen in der Membran der Quertracheïden oder die Grösse und Vertheilung der Tüpfel auf der Radialwand der Parenchymzellen im Markstrahl ein diagnostisches Merkmal ab.

Ich habe oben erwähnt, dass Hoftüpfel auf der Tangentialwand der Längstracheïden in wechselnder Häufigkeit bei verschiedenen Arten der Gattung *Pinus* und *Picea* auftreten. Getüpfelte Epithelzellen der Harzcanäle kommen nicht allein vielen Species der Gattung *Picea*, sondern auch einigen *Pinus*-Arten zu; ebenso finden sich die tangentialen Leisten auf der Innenseite der Quertracheïden nicht nur bei Kiefern-, sondern auch bei Fichtenarten vor. Was die Tüpfelung der radialen Wand des Strahlenparenchyms anlangt, so treten bei den mir bekannten lebenden *Picea*-Arten freilich immer zahlreiche und sehr kleine Tüpfel auf, während sie bei den von mir untersuchten recenten Species der Gattung *Pinus* s. str., ähnlich wie bei *P. succinifera*, weniger zahlreich und grösser sind. Dieser Umstand würde mehr für die Kiefernnatur der Bernsteinbäume sprechen, allein ich wage es nicht, jenes relative Merkmal zu einer Gattungsunterscheidung zu benutzen. Daher mögen die Bernsteinhölzer zu *Pinus* s. lat. gestellt werden, wobei zunächst die Frage offen bleibt, ob *Picea* LINK mit in Betracht zu ziehen sei; jedenfalls bleibt aber die Gattung *Abies*, in deren Nähe man früher die Bernsteinhölzer stellte, nach meinem Dafürhalten gänzlich ausgeschlossen.

Im Allgemeinen pflegte man fossilen Hölzern nicht ohne Weiteres recente Gattungsnamen beizulegen, sondern letztere durch die Endsilbe *xylon* oder *ites* abzuändern. Dementsprechend bin ich selbst auch bei Benennung von fossilen Nadel- und Laubhölzern in früheren Publicationen verfahren. Wenn aber das zu bestimmende Holz so vollkommen erhalten ist, dass es füglich mit einem Genus der gegenwärtigen Flora identificirt werden kann, so schwinden für mich die Bedenken, es mit dem nämlichen Namen zu belegen. Dieser Fall tritt nun bei den vorliegenden Bernsteinhölzern ein, und deshalb hatte ich sie schon in der vorläufigen Mittheilung vom Jahre 1886 zu einer recenten Gattung gestellt, was später R. CASPARY[1]) als inconsequent gegenüber meinem früheren Verfahren bei der Benennung fossiler Hölzer bezeichnete. Gegen die von dem inzwischen leider verstorbenen Autor in Vorschlag ge-

[1]) R. CASPARY. Einige fossile Hölzer Preussens. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. XXVIII. Jahrgang 1887. Königsberg 1888. S. 37.

brachten und befolgten Grundsätze hinsichtlich der Bezeichnungsweise fossiler Hölzer ist bereits A. SCHENK[1]) aufgetreten, und ich kann mich hier darauf beschränken, auf dessen Ausführungen hinzuweisen. In diesem Falle, wo bis in alle Einzelheiten die Uebereinstimmung der Bernsteinhölzer mit *Pinus* s. lat. nachgewiesen ist, halte ich es für geboten, anstatt *Pinites* und *Pityoxylon*, den recenten Gattungsnamen *Pinus* zur Anwendung zu bringen[2]).

Als Species behalte ich die alte Bezeichnung GOEPPERT'S bei und fasse daher die Rinden-, Holz- und Markreste der Wurzeln, Stämme und Aeste als **Pinus succinifera** (GOEPP.) **CONW.** zusammen. Wenn ich mich lediglich nach der von ihm veröffentlichten Diagnose und Beschreibung richten wollte, dürfte ich eigentlich dieses Verfahren nicht einschlagen, denn in seiner letzten Publication von 1883 sagt er ausdrücklich, dass *Pinites succinifer* keine mehrschichtigen Markstrahlen mit eingeschlossenem Harzgang besitze. Aber ich bin fest davon überzeugt, dass ihm dasselbe Holz zur Bestimmung vorgelegen hat, welchem auch meine gegenwärtige Arbeit gewidmet ist, und dass er nur durch seine ungünstige Untersuchungsart zu jener irrigen Ansicht gelangt ist. Deshalb mag es mir gestattet sein, den von GOEPPERT ursprünglich gegebenen Artnamen beizubehalten.

Was die Verwandtschaft der *Pinus succinifera* zu anderen fossilen und recenten Abietaceen anlangt, so ist hierüber wenig zu sagen. Erstere müssen eo ipso ausser Betracht bleiben, weil sie nicht so vollständig bekannt sind, um einen Vergleich zu ermöglichen. Im Uebrigen habe ich schon oben erwähnt, dass der Bau der Bernsteinhölzer nicht allein den Typus der Kiefern, sondern auch den der Fichten zeigt, wenngleich er vornehmlich zu ersteren hinneigt. Unter den Kiefern der Gegenwart besitzen *Pinus Laricio* POIR. *α*) *austriaca* ENDL. und *β*) *Pallasiana* ENDL. eine ähnlich wechselnde Tüpfelung auf der radialen Wand der Strahlenparenchymzellen, und es kommt auch hier vor, dass ein oder zwei bis vier Tüpfel über der Breite einer Längstracheïde liegen; anderseits unterscheiden sich diese Hölzer wiederum von *Pinus succinifera* durch den Mangel an Tüpfeln auf den Membranen der Epithelzellen der Harzcanäle. Obwohl also *Pinus succinifera* in ihrem anatomischen Bau durchweg solche Erscheinungen aufweist, welche einzeln auch bei recenten *Pinus*-Arten vorkommen, so ist mir bisher keine Kiefer der Gegenwart bekannt geworden, welcher die Bersteinbäume in jeder Hinsicht gleichkommen.

C. Blätter.

Neben den stärkeren Aesten mit reichlich entwickeltem secundären Holzkörper, die im vorigen Capitel behandelt wurden, finden sich zuweilen auch ganz junge Zweigstücke vor, die nur wenig oder garnicht von der Harzmasse imprägnirt sind. Da sie gewöhnlich keine Holzstructur erkennen lassen, hingegen auf der Oberfläche deutliche Blattpolster besitzen, so mögen sie hier Erwähnung finden, bevor auf die Blätter selbst eingegangen wird. Das auf Taf. XVI. Fig. 4 bis 7 abgebildete Stück ist 22 mm lang und etwa 0,75 mm dick, und zeigt dieselbe bräunliche Farbe, wie sie beispielsweise auch die trockenen Zweige unserer Kiefer besitzen. Die Blattpolster sind vorzüglich erhalten und werden äusserlich durch einen flachen Kreisbogen und auf der Innenseite durch zwei, unter sehr stumpfem Winkel

---

1) A. SCHENK. Fossile Hölzer aus Ostasien und Aegypten. Bihang till Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Band XIV. Afd. III. No. 2. Stockholm 1888.

2) Wie ich aus den von Herrn Geheimrath A. SCHENK freundlichst mir übersandten Aushängebogen seiner neuesten Abhandlung über fossile Hölzer (K. ZITTEL's Handbuch der Palaeontologie. II. Abtheilung. München und Leipzig 1890. S. 876.) ersehe, wählt er nach seinen eigenen Beobachtungen und nach meinen vorläufigen Mittheilungen über die Bernsteinhölzer die Bezeichnung *Pityoxylon succiniferum*, welche ich selbst früher auch gebraucht habe. Ich hoffe, dass der verehrte Autor, nach Kenntnissnahme der vorliegenden Arbeit, in der jetzigen Benennung der fraglichen Fossilien als *Pinus succinifera* mir beistimmen wird.

zusammenstossende Schenkel oder auch durch eine gerade Linie begrenzt; zu beiden Seiten verlaufen Längsfurchen nach abwärts, und bei stärkerer Vergrösserung (Fig. 7) kann man auch die polygonalen, oft langgestreckten Zellen der Oberfläche erkennen. Man hat versucht, die Gattungen lebender Abietaceen nach der Anordnung der Blätter und nach der Form der Blattnarben zu unterscheiden. Wenngleich ich bedingt zugeben will, dass dies in einzelnen Fällen möglich ist, so habe ich mich anderseits doch zur Genüge davon überzeugt, dass beide Erscheinungen innerhalb derselben Species, sogar an dem nämlichen Baume beträchtliche Aenderungen erleiden. Daher halte ich es vorweg für unthunlich, den vorliegenden Einschluss auch nur generisch zu bestimmen, will aber bemerken, dass er sehr wohl mit lebenden *Pinus*-Arten übereinstimmt; ich habe selbst von *P. silvestris* L. solche Zweige gesammelt, welche Blattpolster von derselben Form besitzen.

In der Beschreibung der Holz- und Rindenreste habe ich den Nachweis geführt, dass der Succinit von solchen Bäumen abstammt, welche den recenten Kiefern und Fichten nahe stehen; hieraus würde man a priori folgern dürfen, dass auch die zugehörigen Blätter öfters anzutreffen seien. Indessen wird diese Annahme durch die Erfahrung nicht bestätigt, denn Nadeln von *Pinus* und *Picea* gehören im Succinit zu den grössten Seltenheiten. Es werden zwar von älteren Autoren, z. B. von Bock im Jahre 1767, Nadeln von Fichten und Tannen als häufige Vorkommnisse angeführt, jedoch entzieht es sich unserer Beurtheilung, welcher Werth diesen Bestimmungen beizumessen ist. H. F. Link[1]) sagt sehr treffend: Nadeln von Tannenarten sind äusserst selten, und die meisten so genannten sind eine Täuschung! H. R. Goeppert und G. C. Berendt haben in ihrer gemeinsamen Arbeit von 1845 nicht eine einzige vollständige Nadel von *Pinus* oder *Picea* erwähnt. In Goeppert's Mittheilung von 1853 werden zwar die Namen von fünf, auf Blättern gegründeten Arten ohne Diagnose aufgeführt[2]), und in seiner Arbeit von 1883 findet sich die Beschreibung und Abbildung von vier verschiedenen Species vor, jedoch sind hiervon zwei auf nur je ein Exemplar und die beiden anderen auf vier bezw. fünf Exemplare gegründet. Es ist mir allerdings gelungen, nach Durchsicht aller mir bekannten Sammlungen, eine grössere Zahl von *Pinus*- und *Picea*-ähnlichen Blättern im Succinit zu constatiren, immerhin bleibt dieselbe verhältnissmässig sehr gering. Dies ist nicht allein bemerkenswerth gegenüber der grossen Menge von Rohbernstein, welche ich durchgesehen habe, sondern auch gegenüber der Häufigkeit anderer vegetabilischer Einschlüsse im Succinit. Ich finde die Erklärung hierfür vornehmlich in dem Umstande, dass die Coniferen nicht alljährlich ihr Laub wechseln, wie andere Holzgewächse, ein Verhältniss, welches wohl auch für die Bernsteinbäume zutrifft. *Pinus silvestris* behält die Nadeln zwei bis vier Jahre und *Picea excelsa* Lk. sowie *Abies pectinata* DC. sogar acht bis zwölf Jahre; über die Lebensdauer der Nadeln fremder Arten habe ich keine Erfahrung. Ausserdem findet der Hauptnadelfall im Spätherbst, d. h. zu einer Zeit statt, wann für dieselben wenig Gelegenheit vorhanden ist, in fliessendes Harz zu gelangen. Endlich boten die dünnen Nadeln der Bernsteinbäume dem Winde eine geringe Angriffsfläche dar und fielen meist unmittelbar zu Boden, wo sie in den Mulm geriethen und eingehüllt wurden; in der That habe ich in dem Firniss des baltischen Bernsteins einzelne Reste von *Pinus* Nadeln gesehen, obwohl sie an und für sich hier schwer zu erkennen sind. Nur in selteneren Fällen gelangten sie in das am Stamm bezw. an dessen Aesten sich entlang ziehende, klare Harz, welches sie in deutlicherem Zustande conservirt hat. Indessen will ich nicht unerwähnt lassen, dass beblätterte Zweigstücke von anderen Nadelhölzern, z. B. von Cupressaceen zu den häufigeren vegetabilischen Einschlüssen

[1]) Link. Handbuch der physikalischen Erdbeschreibung. II. Theil. 1. Abthl. Berlin 1830. S. 335.

[2]) Ausserdem sind noch zwölf *Abies*-ähnliche Blätter mit besonderen Speciesnamen belegt, welche in der späteren Arbeit vom Jahre 1883 auf zwei bzw. drei reducirt wurden. Ich habe diese Einschlüsse, deren Bestimmung ich übrigens bisher nicht revidiren konnte, in der vorliegenden Abhandlung ausser Acht gelassen, weil die Gattung *Abies* unter den Bernsteinhölzern nicht vertreten ist.

gehören; beispielsweise Blätter von *Thuja* sind gewiss hundertmal eher im Succinit anzutreffen, als die von *Pinus* oder *Picea*. Für die Verbreitung durch den Wind sind jene Organe ja besonders geeignet, aber dieser Umstand allein genügt nicht, um deren häufiges Vorkommen zu erklären, und ich muss daher diese Frage vorläufig offen lassen. Dass die Gattung *Thuja* oder andere Cupressaceen an der Production des Harzes betheiligt gewesen wären, ist vorweg ausgeschlossen, da unter den mir bekannt gewordenen Holz- und Rindenstücken im Succinit nicht ein einziges vorhanden ist, welches auf diese Familie hinweist.

Was die Vollständigkeit der Reste betrifft, so sitzen von den zwei- und fünfnadeligen *Pinus*-Arten gewöhnlich alle Nadeln zusammen in der Scheide, oder es sind in seltenen Fällen einzelne derselben schon herausgefallen. Bekanntlich bleiben ja auch in der Gegenwart die Nadeln beisammen in der Scheide und fallen mit dieser zugleich ab. Zuweilen trifft man auch Bruchstücke einzelner Nadeln an, wie sie GOEPPERT schon 1845 abgebildet hat; jedoch habe ich diese, im Hinblick auf die Unsicherheit der Bestimmung, in Nachfolgendem ausser Acht gelassen. Der Erhaltungszustand in den vorliegenden Stücken ist gewöhnlich gut, manchmal sogar vortrefflich; die Zellen der Oberhaut und die Spaltöffnungen können oft noch bei stärkerer Vergrösserung betrachtet werden. Wenn man den Einschluss bloslegt, findet man im Innern nur eine unförmliche verkohlte Masse, die auch unter dem Mikroskop keine Structur erkennen lässt. In dieser Beziehung verhalten sich also die Nadeln ähnlich, wie im Allgemeinen die Blätter und Blüten im Succinit[1]).

Die Farbe der Nadeln im Succinit erscheint nicht so freudiggrün, wie im Leben, sondern ist mehr oder weniger verändert und matt geworden. Wenn es erlaubt ist, einen den Archaeologen geläufigen Ausdruck auf das Gebiet der Phytopalaeontologie zu übertragen, so könnte man sagen, dass die Nadeln eine Patina erhalten haben. Ich bin nicht der Ansicht, dass diese Veränderung durch den Erhaltungszustand bedingt sei, sondern meine, dass die Nadeln bereits dieses Aussehen besassen, als sie in das flüssige Harz hineingeriethen. Es wird sehr selten vorgekommen sein, dass junge, lebensfrische Nadeln vom Zweig abgelöst und in das Harz hineingeweht wurden, vielmehr waren es bereits absterbende bzw. abgestorbene Nadeln, die noch an den Bäumen sassen oder auch schon am Erdboden lagen. Ich habe mich in den Wäldern der Gegenwart davon überzeugt, dass die Nadeln der Kiefern im zweiten und dritten Lebensjahre sehr oft jene Wandlung durchmachen und eine den fraglichen Einschlüssen im Succinit ähnliche Facies annehmen; besonders tritt dieser Vorgang bei denjenigen Nadeln ein, welche schon auf dem Erdboden gelegen und hier der Einwirkung der Atmosphaerilien ausgesetzt gewesen sind.

Was die bereits früher beschriebenen, hierher gehörigen Blätter betrifft, so haben GOEPPERT und BERENDT[2]) im Jahre 1845 die Nadeln einer *Pinus*-Art unter dem Namen *Pinites rigidus* beschrieben. Dieselbe wurde auf ein Bruchstück eines Blattes und auf drei convergirende Fragmente von Blättern gegründet, welche nach der Beschreibung und Abbildung wohl zu *Pinus* gehören können. Später wurden dieselben Reste als *Pinus subrigida* GOEPP.[3]), ferner als *Pinus rigida* GOEPP.[4]) und endlich als *Pinus subrigida* GOEPP. & MENGE[5]) veröffentlicht. An letzter Stelle kamen noch zwei weitere Bruchstücke hinzu, aber in allen Fällen ist es durchaus fraglich, zu welcher Gruppe innerhalb der Gattung *Pinus* jene unvollkommenen Reste gehören, d. h. ob die Nadeln einst zu 3 oder zu 5 in einem Büschel

1) H. CONWENTZ. Angiospermen des Bernsteins. Danzig 1883. Vorwort S. VI.

2) GOEPPERT & BERENDT. Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt. Berlin 1845. S. 91. Tafel V. Figuren 36 bis 39.

3) GOEPPERT. Ueber die Bernstein-Flora. Monatsberichte der Königlichen Academie der Wissenschaften zu Berlin 1853. S. 463.

4) SCHIMPER. Traité de paléontologie végétale. Vol. II. Paris 1870—72. pag. 291.

5) GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 33. Taf. XIII. Fig. 90 bis 94.

beisammen gesessen haben. Daher glaube ich von der weiteren Berücksichtigung der unter obigen Namen beschriebenen. unvollständigen Einschlüsse Abstand nehmen zu sollen, zumal auch die Structurverhältnisse derselben nicht genügend erhalten sind.

In der nächsten Publication über die Bernsteinflora in den Monatsberichten der Königl. Academie der Wissenschaften vom Jahre 1853 führte GOEPPERT ausserdem vier neue Arten, aber ohne nähere Beschreibung auf, nämlich

„*Pinus banksioides* G. & M. Aehnlich den Blättern von *Pinus bánksiana* LAMB.

P. silvatica G. & M. Aehnlich *Pinus silvestris* L.

P. triquetrifolia M. & G. Aehnlich *Pinus Taeda* L.

P. trigonifolia M. & G. Aehnlich *Pinus serotina* Mx."

Hiervon sind die beiden ersteren gut begründete Arten, welche GOEPPERT auch in seiner letzten Arbeit unter demselben Namen beibehalten hat, und welche ich auf Grund wiederholter Untersuchung seiner Originale nachfolgend ausführlich beschrieben und mit neuen Abbildungen versehen habe. In seinem Handexemplar der fraglichen Druckschrift hat er die beiden letzteren mit *P. subrigida* durch eine gemeinsame Klammer vereinigt und „contrah." vor dieselbe geschrieben; ich schliesse hieraus, dass er später die Absicht gehabt hat, diese drei Arten zusammen zu ziehen. In seiner letzten Abhandlung von 1883 ist thatsächlich *P. trigonifolia* nicht aufgeführt, hingegen hat er *P. triquetrifolia* für einen, inzwischen von unserm verstorbenen Landsmann Dr. KLINSMANN[1]) als *Pinites longifolius* publicirten. Blattrest hier wieder aufgenommen. Letzterer war nahezu 8 cm lang und soll früher noch um 2,5 cm länger gewesen sein; der Querschnitt war dreiseitig mit convexer Aussenfläche und die Seitenränder waren fein gesägt. Dieser Blattrest gehörte wahrscheinlich einer Art an, welche hierunter nicht aufgeführt ist; da aber weder eine genügende Beschreibung noch Abbildung derselben vorliegt und der weitere Verbleib auch nicht bekannt ist, so kann ich hier nicht darauf Rücksicht nehmen. Demgemäss bleiben von GOEPPERT's Blatt-Species nur zwei übrig: *Pinus silvatica* und *P. banksianoides*: dazu kommt eine dritte Art, welche R. CASPARY als *Pinus cembrifolia* veröffentlicht hat, und endlich füge ich selbst noch eine *Pinus* und eine *Picea* neu hinzu. Daher sind im Ganzen vier Blatt-Species von *Pinus* und eine von *Picea* aus dem Succinit mir bekannt geworden.

1. Pinus silvatica GOEPP. et MENGE. char. ref. Folia gemina linearia elongata spiraliter torta obtusiuscula concavo-convexa, latere apicis interiore incrassata infra apicem manifeste concava, integerrima nitida rigida[2]).

Taf XVI. Fig. 8 und 9.

Taf. XVII. Fig. 1.

Pinus silvatica GOEPP. & MENGE. GOEPPERT. Ueber die Bernsteinflora. Monatsberichte der Königlichen Academie der Wissenschaften zu Berlin 1853. S. 463.

Pinus silvatica GOEPP. & MENGE. GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 34. Taf. XIII. Fig 99. 100.

GOEPPERT erwähnt an ersterer Stelle nur den Namen mit dem Bemerken, dass diese Art der *Pinus silvestris* ähnlich sei, und an zweiter Stelle liefert er eine Beschreibung nebst Abbildung von drei Exemplaren. Von diesen stellt aber in Wirklichkeit nur eins die von ihm begründete Species dar,

---

1) KLINSMANN. Ueber den Bernstein. Botanische Zeitung. XVI. Jahrgang. Leipzig 1858. S. 370.

2) Ich pflegte früher die lateinischen Diagnosen in den Ablativ zu stellen und habe dies auch noch in meiner Arbeit über die Angiospermen des Bernsteins. gethan. In der vorliegenden Abhandlung empfahl es sich, zwecks grösserer Deutlichkeit, die Diagnose der Wurzel, des Stammes und der Aeste im Nominativ zu geben, und der Gleichförmigkeit wegen habe ich nun auch für die Blätter und Blüten dieselbe Construction beibehalten.

nämlich das in Fig. 99 und 100 abgebildete Nadelpaar; hingegen betrifft Fig. 97 und 98 eine dreinadelige *Pinus*, auf welche ich später zurückkomme, und Fig. 101 einen unvollständigen und undeutlichen Einschluss, welcher sich der Bestimmung gänzlich entzieht. Jenes zuerst genannte Stück hat auch mir vorgelegen, und nach geeigneter Zurichtung desselben, vermag ich eine vollständigere Darstellung in Wort und Bild hier zu geben.

Die beiden Nadeln liegen in einem durchsichtigen Succinit von Rheinweinfarbe und sind einschliesslich der Scheide 22,5 bezw. 23 mm lang. Jede derselben ist um ihre eigene Axe spiralig gedreht, und überdies sind die Ränder etwas nach innen gekrümmt; daher kann die Breite schwer gemessen werden, jedoch scheint sie höchstens 1 mm zu betragen. Die Nadeln sind lang, linear und ganzrandig, am oberen Ende stumpflich und nach innen etwas verdickt. Bald unterhalb dieser Anschwellung beginnt die Concavität, welche auf der ganzen Innenfläche zu verfolgen ist; nahe jedem Rande liegen hier zwei Reihen Spaltöffnungen. Die Aussenseite ist convex und mit sieben Längsreihen von Spaltöffnungen bedeckt. Dieselben zeigen eine elliptische Umwallung, deren grössere Axe in der Längsrichtung der Nadel liegt; der äussere Längsdurchmesser beträgt 37,5 μ und der innere 15,6 μ. Die Zellen der Oberhaut, welche man ebenso wie die Spaltöffnungen bei genügender Beleuchtung von oben erkennen kann, sind langgestreckt und meist sehr stark verdickt. Am Grunde der Nadeln haften noch einige Ueberreste der vertrockneten, grauen Nadelscheide.

Diese *Pinus* ist charakterisirt durch den unversehrten Rand ihrer Nadeln. Hierdurch unterscheidet sie sich auch von anderen zweinadeligen Arten der Gegenwart, wie z. B. von den japanischen *P. Thunbergii* PARL. und *P. densiflora* SIEB. & ZUCC., von den europäischen *P. silvestris* L., *P. Laricio* POIR., *P. Pinaster* SOL. u. a. m. Wenn GOEPPERT also in seiner ersten Publication vom Jahre 1853 angiebt, dass *Pinus silvatica* der recenten *P. silvestris* L. ähnlich sei, so beruht dies nur auf makroskopischer Anschauung, denn die Nadeln der letzteren sind, wenn man sie durch eine Lupe betrachtet, an den Rändern fein gesägt. Dazu kommt noch die abweichende Form der Nadeln und Anordnung der Spaltöffnungen. Nach O. STRUEBING[1]) kommen hier auf der oberen Blattfläche 8 bis 12, gewöhnlich 9 Reihen vor, die sehr dicht beisammen liegen, und auf der unteren Blattfläche im Mittel acht Reihen. Freilich scheint die Zahl der Spaltöffnungsreihen sehr wechselnd zu sein, denn derselbe Verfasser führt an, dass ein Exemplar von *Pinus silvestris* L. aus Upsala auf der Oberseite bis 20 und auf der Unterseite bis 16 Längsreihen besitzt. Da auch im Uebrigen aus seinen Beobachtungen hervorgeht, dass bei derselben Species die Anordnung der Spaltöffnungen erheblich variirt, so darf man auf dieses Moment bei der Bestimmung fossiler Nadeln kein zu grosses Gewicht legen.

Dagegen finden sich unter den nordamericanischen Kiefern solche Species vor, deren Nadeln ganzrandig oder nahezu ganzrandig sind, und zwar gehören hierher z. B. die zweinadelige *Pinus Parryana* ENGELM. im südlichen Californien und die zwei- bis dreinadelige *P. edulis* ENGELM. in Colorado, welche beide nur bis 9 m Höhe erreichen. Nach dem von Herrn Professor H. MAYR in Tokio freundlichst mir übersandten Material, besitzen die Nadeln dieser Baumarten dieselbe Grösse und Form, wie die der *Pinus silvatica*, jedoch kommen sonst einige kleine Abweichungen vor. Die Nadeln von *P. Parryana* und *edulis* sind spitz und nicht verdickt auf der Innenseite des oberen Endes, überdies gekrümmt und nicht um ihre eigene Axe gedreht; auch in der Form und Anordnung der Spaltöffnungen sind kleine Verschiedenheiten zu bemerken. Nach einer brieflichen Mittheilung des Herrn H. MAYR haben fast alle Angehörigen der von ihm gebildeten Section Parrya, welche vorwiegend zweinadelige Kiefern enthält, keine Zähne an den Nadelrändern; nur *P. Bungeana* ENDL., welche er auch dorthin rechnet,

---

[1]) STRUEBING Die Vertheilung der Spaltöffnungen bei den Coniferen. Inaug.-Dissert. Königsberg i. Pr. 1888. S. 62.

besitzt solche. An den eingesandten Exemplaren von *P. Parryana* und *edulis* konnte ich nur unter dem Mikroskop an sehr wenigen Stellen schwache Andeutungen zu kleinen Zähnen erkennen.

Das Original gehört zur MENGE'schen Sammlung im Westpreussischen Provinzial-Museum.

Erläuterung der Abbildungen. Taf XVI. Fig. 8 zeigt das Stück in natürlicher Grösse, und auf Taf. XVII. Fig. 1 ist dasselbe Nadelpaar, von der nämlichen Seite, in 5facher Vergrösserung dargestellt. Taf. XVI. Fig. 9 giebt einen Theil der Oberfläche in 80facher Grösse wieder.

2. Pinus baltica CONW. Folia gemina linearia longa curvula semiteretia minute serrulata nitida rigida, apice? Vagina longiuscula subtiliter transverse striata.

Taf. XVI. Fig. 10 und 11.

Taf. XVII. Fig. 2.

Der Einschluss liegt in einer hellen Schlaube und ist gut erhalten; er misst 24 mm Länge, jedoch fehlt der obere Theil der Nadel. Die Scheide ist ziemlich lang, silbergrau und fein quergestreift. Die Nadeln sind lang, lineal, schwach bogenförmig gekrümmt, 1,15 mm breit und im Querschnitt halbkreisförmig; an beiden Rändern im unteren Theile undeutlich und im mittleren sehr fein gesägt. Auf der Aussenfläche der Blätter befinden sich 10 oder mehr Reihen Spaltöffnungen, auf der Innenfläche kann die Zahl der Reihen auch nicht annähernd bestimmt werden, da die beiden Nadeln sehr nahe beisammen liegen. Die Form der Spaltöffnungen ist langelliptisch, und der Längsdurchmesser derselben beträgt 43,7 μ; bei der Betrachtung en face kann eine Umwallung nicht wahrgenommen werden. Die Zellen der Oberhaut sind schmal und langgestreckt und spitzen sich prosenchymatisch zu. Die Nadeln sind nackt, glänzend und steif.

Wenn wir *Pinus baltica* mit recenten Arten vergleichen, so kommt zunächst die japanische Rothkiefer, *Pinus densiflora* SIEB. & ZUCC. in Betracht, deren Nadeln in Gestalt und Breite jener sehr ähnlich sind. Ausserdem stimmt auch die Form und Vertheilung der Spaltöffnungen überein[1]); jedoch habe ich nicht Gelegenheit gehabt, die Nadelscheide von *P. densiflora* zu untersuchen; die Nadeln von *P. Thunbergii* PARL. sind stärker als die von *P. baltica*, hingegen ist die Scheide ebenso fein quergestreift. Von europäischen Arten haben *Pinus silvestris* L. und *P. Pinaster* SOL. ähnliche Nadelscheiden, aber die Nadeln selbst besitzen, namentlich bei letzterer, eine grössere Dicke. Ein weiterer Vergleich ist unthunlich, da der obere Theil mit der Spitze der im Succinit eingeschlossenen Nadel nicht conservirt ist.

Das Original befindet sich in der MENGE'schen Sammlung des Westpreussischen Provinzial-Museums und hat sr. Zt. GOEPPERT wahrscheinlich nicht vorgelegen.

Erläuterung der Abbildungen. Auf Taf. XVI. in Fig. 10 ist der Einschluss in natürlicher, auf Tafel XVII. in Fig. 2 in fünffacher Grösse wiedergegeben; Taf. XVI. Fig. 11 stellt ein Stück der Aussenseite einer Nadel in 80maliger Vergrösserung dar.

3. Pinus banksianoides GOEPP. et MENGE. char. ref. Folia gemina brevia oblongo-linearia concavo-convexa integerrima curvato-subfalcata crassiuscula, alterum sectione transversa rotundato-trapezoideum, alterum subplano-convexum, apice acuta, rigida nitida.

Taf. XVI. Fig. 12. Taf. XVII. Fig. 3 bis 5.

Pinus banksioides GOEPP. & MENGE. H. R. GOEPPERT. Ueber die Bernsteinflora. Monatsberichte der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin 1853. S. 463.

Pinus banksianoides GOEPP. & MENGE. H. R. GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 34. Tafel XIII. Fig. 102—106.

---

[1]) A. MURRAY. The Pines and Firs of Japan. London 1863. p. 35. — STRUEBING. Die Vertheilung der Spaltöffnungen bei den Coniferen. S. 64.

In der genannten vorläufigen Mittheilung vom Jahre 1853 führt GOEPPERT dieses Nadelpaar als *P. banksioides* an, ohne eine Diagnose zu geben; er erwähnt nur, dass es den Blättern von *P. Banksiana* LAMB. ähnlich sei. In der späteren Abhandlung liefert er, unter Beifügung von Abbildungen, eine kurze Beschreibung. Dasselbe Stück hat mir nun auch zur Untersuchung vorgelegen und, nachdem dasselbe zweckentsprechend angeschliffen ist, kann ich folgende Beschreibung davon entwerfen.

Der Einschluss liegt in einem hellgelben, völlig durchsichtigen Succinit. Das Nadelpaar, welches 7 mm lang ist, steckt in einer langen, hellbraunen Scheide, welche aus mehreren gewimperten, zum Theil noch mit Colleteren besetzten, Schuppen besteht. Die Nadeln sind kurz, oblong-lineal und sichelförmig gekrümmt; die Innenseite ist concav und die Aussenseite convex. Die Breite des grösseren Blattes beträgt 0,8 mm und die des kleineren 0,5 mm. Im Querschnitt ist das längere Blatt abgerundet-trapezförmig und das kürzere linsenförmig mit abgeplatteter Innenseite, jedoch bildet sich auf dem Rücken beider ein schwacher Kiel aus; derselbe ist von GOEPPERT nicht bemerkt worden, kann aber bei einer gewissen Beleuchtung von oben so deutlich wahrgenommen werden, wie er auf Tafel XVII. Fig. 3 und 4 gezeichnet ist. Die Oberfläche der Nadeln ist für mikroskopische Betrachtung nicht geeignet, weshalb ich über die vorhandenen Reihen von Spaltöffnungen keine bestimmten Angaben machen kann. An einer Stelle einer Seitenfläche der grösseren Nadel sah ich eine Längsreihe Spaltöffnungen, welche so dicht bei einander liegen, dass sie sich gegenseitig abplatten. Sie sind oblong-elliptisch geformt und mit einem Wall umgeben; der äussere Durchmesser beträgt 47 μ und der innere 37 μ. Die Zellen der Oberhaut sind lang gestreckt und schliessen mit senkrechten Endflächen aneinander. Der Rand der Nadeln erscheint bei schwacher Vergrösserung glatt, bei stärkerer bemerkt man sehr kleine Unebenheiten, die aber als Zähnelung nicht bezeichnet werden können. Nach dem oberen Ende hin sitzen, zumal an der kürzern Nadel, zahlreiche Reste von Drüsenhaaren, die jetzt fast hyalin sind. Das Ende ist spitz, an der grössern Nadel nach innen zu etwas abgeschliffen. Die Nadeln sind ziemlich steif, aber nicht besonders glänzend.

Man empfängt den Eindruck, als ob das Nadelpaar nicht ausgewachsen, sondern noch in der Entwickelung begriffen war, als es vom Succinit eingeschlossen wurde; hierfür sprechen einmal die Form und Randbeschaffenheit der Nadeln und dann auch die Randbeschaffenheit der Schuppen. Wenn MENGE in einer Fussnote zu GOEPPERT'S Coniferen des Bernsteins bemerkt, dass die Scheide mit „Schleimpilzen" bedeckt ist, welche dort auch abgebildet werden, so hat er sich durch die Drüsenhaare täuschen lassen. In Anbetracht der unvollkommenen Ausbildung der vorliegenden Nadeln ist ein Vergleich mit recenten schwer auszuführen, und ich habe denselben daher aus Mangel an geeignetem Material gänzlich unterlassen.

Das einzige Exemplar, welches mir von dieser Art bekannt geworden ist, befindet sich in der MENGE'schen Sammlung des Westpreussischen Provinzial-Museums in Danzig.

Erläuterung der Abbildungen. Taf. XVI. Fig. 12 stellt den Einschluss in natürlicher Grösse, Taf. XVII. Fig. 3 und 4 das Nadelpaar, von verschiedenen Seiten gesehen, in fünffacher Grösse, und Taf. XVII. Fig. 5 die längere Nadel von der Innenseite, in 80facher Vergrösserung, dar.

4. Pinus cembrifolia CASP. char. ref. Folia quina linearia longa recta vel curvata subtriquetra acuta, subtus convexa, marginibus lateralibus prope basin integerrima deinde serrulata, supra carinata vel plana vel concava, nitida rigida.

Taf. XVI. Fig. 13 und 14.

Taf. XVII. Fig. 6 bis 10.

Pinus cembrifolia CASPARY, Einige neue Pflanzenreste aus dem samländischen Bernstein. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg 1886. Bd. XXVI. S. 6.

Der genannte Autor gründet diese Art auf zwei Exemplare, deren eins 52,5 mm lang ist, wobei jedoch die Spitzen der Nadeln fehlen. Die Unterseite ist 0,82 mm breit und besitzt keine Spaltöffnungen, dagegen sind die beiden Innenflächen mit je drei bis vier Reihen elliptischer Spaltöffnungen bedeckt. Die Aussenkanten der Nadeln haben nach CASPARY oben einige weitläufige Zähne, und die Innenkante hat solche in ihrem ganzen Verlauf. An einem der Exemplare ist auch die Nadelscheide erhalten.

Die gedachten Originale habe ich nicht einsehen können, dagegen besitzt das Provinzial-Museum hierselbst zwei andere Exemplare, welche ich hierher rechne. Das eine (Taf. XVI. Fig. 13 und Taf. XVII. Fig. 6. 7) besteht aus fünf linearen, steifen, glänzenden und schwach gekrümmten Nadeln, welche sich am Grunde verjüngen, hier eng aneinander schliessen und noch theilweise von Ueberresten der Scheide umgeben werden. Beim Anschleifen sind drei Nadeln an der Spitze verletzt, die unversehrten messen etwa 30 mm Länge. Die Nadeln sind spitz und im Querschnitt dreieckig, mit gewölbten Aussenflächen, oder planconvex oder auch concav-convex; die erste Form ist die ursprüngliche, welche der Bildungsweise der Nadeln entspricht, die anderen sind erst später durch Trocknen der Blattsubstanz entstanden. Die beiden Seitenkanten sind in der Mitte und nach der Spitze hin fein gesägt, im unteren Theile ganzrandig; auf der Innenkante habe ich dort, wo sie erhalten war, keine Sägezähne erkennen können, jedoch mag dies lediglich durch die ungünstige Lage des Stückes im Succinit bedingt sein. Auf der Innenfläche sah ich nahe der Spitze jederseits zwei, also im Ganzen vier Längsreihen von Spaltöffnungen, während die Aussenfläche davon frei ist; ob im mittleren und unteren Theile der Innenfläche mehrere Reihen von Spaltöffnungen verlaufen, habe ich nicht feststellen können. Jene liegen nahe beieinander, ohne sich zu berühren, sind elliptisch geformt, umwallt, und besitzen einen äusseren Längs-Durchmesser von 62,5 μ und einen inneren von 37,5 μ. Die Zellen der Oberhaut erscheinen langgestreckt, rechteckig. Dieses Exemplar unterscheidet sich von dem CASPARY'schen Original durch geringere Länge und wechselnden Querschnitt der Nadeln, durch die Verjüngung derselben an der Basis, durch das ev. Fehlen der Zähnelung auf der Innenkante und durch eine verschiedene Anordnung der Spaltöffnungen. Dennoch stelle ich es vorläufig hierher, zumal die variabele Gestalt der Nadeln auf nachträgliches Trocknen, und der Mangel der gesägten Innenkante auf eine ungünstige Lage und ungenügende Beleuchtung zurückgeführt werden kann; die anderen Differenzen sind ohne Belang. Daher erscheint es mir zweckmässig, dieses Exemplar von der ausführlichen Publication der gedachten Species nicht abzutrennen.

Das zweite Exemplar (Taf. XVI. Fig. 14 und Taf. XVII. Fig. 8 bis 10) ist ein Stück, welches schon GOEPPERT gesehen hat, und das von ihm zu *Pinus silvatica* gestellt wurde[1]); dasselbe liegt zwar in einem transparenten Succinit, ist aber wegen Trübungen und kleiner Sprünge darin nicht sehr deutlich zu sehen. Nachdem ich dieses Stück von Neuem angeschliffen hatte, ergab sich, dass nicht zwei, wie GOEPPERT annahm, sondern drei Nadeln beisammen liegen, und dass überdies im Grunde der Scheide eine Lücke für zwei weitere Nadeln vorhanden ist. Wenn man in diese Lücke hineinsieht, erkennt man an jeder Seite die Innenfläche der Nadeln. Der Einschluss ist 20,2 mm lang, und steht also dem vorigen, besonders aber dem erstgenannten Original erheblich nach, indessen ist hierauf kein grosser Werth zu legen, denn man kann an jeder lebenden Kiefer die Beobachtung machen, dass die Nadeln ungleich lang sind, ja um das Zwei- bis Dreifache von einander differiren. Ueberdies sind die vorliegenden Nadeln noch nicht entwickelt, was vornehmlich daraus erhellt, dass sie ganz eng aneinander schliessen. Die Nadelscheide besteht aus langen, behaarten Schuppen von bräunlicher Farbe. Die Nadeln sind mattgrünlich gefärbt und haben 0,8 mm, also etwa dieselbe Breite, wie die beiden

[1]) GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 34. Taf. XIII. Fig. 97 und 98.

Königsberger Exemplare. Sie sind lineal, spitz und im Querschnitt dreieckig, mit gewölbter Aussenfläche; die Seitenkanten zeigen, besonders in der mittleren Partie, deutliche Zähnelung, die Innenkante ist nicht gut erkennbar. Die beiden Innenflächen sind mit vier bis sechs Längsreihen elliptischer Spaltöffnungen bedeckt, welche nahe bei einander stehen, ohne sich zu berühren. Nicht alle Reihen laufen gleichmässig durch die ganze Blattlänge, einige hören zuweilen auf, um ein Stück weiter wieder zu beginnen. Hiernach besteht also auch in der Anzahl der Spaltöffnungsreihen kein wesentlicher Unterschied von den obigen Originalen. Die den Stomatien benachbarten Zellen sind langgestreckt und, soweit sich erkennen lässt, mit senkrechten Wänden versehen. Die Nadeln sind steif, nackt und glänzend.

Die in Rede stehende Kiefernart gehört in die Abtheilung der *Pinus Cembra*, jedoch ist es schwierig, eine nähere Verwandtschaft anzugeben. Ich habe gefunden, dass die Nadeln von *P. Cembra* L. selbst und von *P. parviflora* Sieb. & Zucc.[1]) in Bezug auf ihre Grösse, Stärke und Form eine grosse Aehnlichkeit mit denen von *P. cembrifolia* besitzen; ausserdem stimmt auch die Form und Vertheilung der Spaltöffnungen überein. Immerhin darf man hieraus, wegen der gleichzeitigen Analogie mit anderen, hierher gehörigen Species, ohne Weiteres keine Schlüsse ziehen.

Erläuterung der Abbildungen. Taf. XVI. Fig. 13 stellt das erste Exemplar in nat. Grösse und Taf. XVII. Fig. 6 dasselbe in fünffacher Vergrösserung dar; Fig. 7 ist eine Ansicht von der Innenseite nahe der Spitze ($\frac{80}{1}$). Taf. XVI. Fig. 14 giebt das zweite Exemplar in nat. Grösse, Taf. XVII. Fig. 8 von einer und Fig. 9 von der anderen Seite, bei fünfmaliger Vergrösserung, wieder; in letzterer Figur ist vorne die Lücke zu erkennen, welche durch den Ausfall zweier Nadeln entstanden ist. Fig. 10 stellt die Ansicht einer Innenfläche bei 80facher Vergrösserung vor.

5. Picea Engleri Conw. Folia linearia subplana basi attenuata subrecta vel curvata, apice supremo obtusiuscula, superficie interiore nervo prominulo quasi carinata, exteriore subsulcata, sectione transversa anguste subelliptica, integerrima nitida rigida.

Taf. XVI. Fig. 15. 16.

Taf. XVII. Fig. 11 bis 15.

Die hierher gehörigen Einschlüsse sind bisher noch nicht beschrieben, sondern nur beiläufig in einer vorläufigen Mittheilung[2]) von mir erwähnt worden. Ich kenne drei unvollständige Nadeln, welche in einzelnen Stücken von gelbem, etwas nachgedunkeltem Succinit liegen; sie werden theilweise von einer schmalen, trüben Zone umgeben, die wahrscheinlich durch nachträgliche Zersetzung der umliegenden Masse hervorgerufen ist. Das längste Exemplar misst etwa 21 mm, bei 1,5 mm grösster Breite.

Die Nadeln sind flach, lineal, an der Basis verschmälert und an der Spitze stumpflich, gerade oder etwas gekrümmt, ganzrandig, glatt, glänzend und steif. Die Oberfläche ist in der Mitte wenig gekielt und an den Rändern etwas angeschwollen; zu beiden Seiten des Kiels verlaufen etwa sechs Längsreihen von Spaltöffnungen, die sehr langgezogen elliptisch sind, und entfernt von einander stehen. Die Objecte sind nicht zu genaueren Messungen der Grössenverhältnisse der Spaltöffnungen geeignet. Die Zellen der Oberhaut stellen langgezogene Rechtecke dar. Die Unterfläche ist fast eben, nur in der Mitte schwach gefurcht; Stomatien habe ich nicht beobachtet. Der Querschnitt der Nadeln ist etwa zusammengedrückt-elliptisch. Ebenso wie die vorgenannten *Pinus*-Nadeln, besitzen auch diese eine mattgrüne Farbe und sind ausserdem zusammengetrocknet; dieser letzte Vorgang mag zum Theil erst im Succinit erfolgt sein, zumal die Trübungen in demselben auf eine Abgabe von Feuchtigkeit der Nadeln schliessen lassen.

---

1) A. Murray. The Pines and Firs of Japan. London 1863. p. 12.

2) H. Conwentz. Die Bernsteinfichte. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Band IV. Berlin 1886. S. 377.

Wenn wir die vorliegenden Nadeln mit lebenden vergleichen wollen, so wird sich unser Augenmerk zunächst auf diejenigen *Picea*-Arten richten, welche flache, Tannen-ähnliche Nadeln besitzen, z. B. *P. ajanensis* FISCH. aus dem Amurgebiet und von der japanischen Insel Jezo, *P. Alcocquiana* CARR. von der Insel Nippon und *P. sitchensis* CARR. im westlichen Nordamerica und in Ostsibirien. Die Nadeln dieser Fichten sind zwar im frischen Zustande beiderseits gekielt, jedoch fand ich unter dem trockenen Material von *P. ajanensis*, welches Herr Dr. KARL SCHUMANN-Berlin in Kew Gardens bei London freundlichst für mich sammelte, auch mehrere Nadeln, welche eine bemerkenswerthe Abweichung zeigen. Auf der Unterfläche schwindet nämlich der Kiel in der oberen Hälfte, dann auch in der Mitte und weiter nach unten; die untere Blattfläche wird eben und erhält sogar zuweilen eine schwache Furchung im oberen und mittleren Theile. Ebenso beobachtete ich im Königl. Botanischen Garten zu Berlin zahlreiche trockene Nadeln von *Picea sitchensis* CARR., welche unterseits gefurcht sind. Diese Wahrnehmungen liefern von Neuem den Beweis, dass das Auftreten sogenannter Nerven nicht constant, sondern wesentlich vom Erhaltungszustande abhängig ist, worauf SCHENK[1]) bereits früher aufmerksam gemacht hat. Freilich zeigt das Basalende der recenten Blätter aus dieser Gruppe auch im trockenen Zustande immer noch einen abgerundeten, flach rhombischen Durchschnitt; ob dasselbe Verhältniss auch an unseren fossilen Nadeln der Fall ist, lässt sich nicht zur Entscheidung bringen, da das unterste Ende derselben fehlt.

Einen weiteren Anhalt zum Vergleich bietet das gänzliche Fehlen von Spaltöffnungen auf der Unterfläche der Nadeln, während die Oberfläche zu beiden Seiten des Längskieles mehrere Reihen von Spaltöffnungen besitzt. Dieselbe Eigenthümlichkeit hat zuerst MASTERS[2]) an den Nadeln der lebenden *Picea ajanensis* FISCH. aufgefunden, und ich selbst habe dieselbe sowohl an dem vorerwähnten Material aus Kew Gardens, als auch an neuem Material von Jezo beobachtet, welches ich Herrn Professor H. MAYR in Tokio verdanke. Nach CHR. LUERSSEN[3]) kommt diese charakteristische Vertheilung der Spaltöffnungen unter den Fichten nur noch der in Serbien, Bosnien und Montenegro heimischen *P. Omorica* PANČIĆ und der das nordwestliche Nordamerica bewohnenden *P. Menziesii* CARR. zu; ich habe dieses eigenthümliche Verhältniss für *P. Omorica* an serbischem Material, welches Herr Geheimer Regierungsrath Professor Dr. FERDINAND COHN in Breslau freundlichst mir übermittelte, bestätigen können. Da diese beiden Arten jedoch in der Form ihrer Nadeln abweichen, so würde nach meinem Dafürhalten die *Picea* des Succinits allerdings die grösste Aehnlichkeit mit der lebenden Jezo-Fichte, *P. ajanensis* FISCH., besitzen. Ich belege jene mit dem Namen des Herrn Professor Dr. A. ENGLER in Berlin.

Das Westpreussische Provinzial-Museum besitzt drei Exemplare dieser Species, wovon zwei hier abgebildet sind. Das zweite weicht im Relief der Oberfläche vom ersten ab, indessen habe ich es dennoch hierher gestellt, weil derartige Veränderungen leicht durch den Trockenprocess hervorgerufen werden können. Weitere Exemplare von dieser oder auch von anderen *Picea*-Arten habe ich nirgend auffinden können, obwohl ich diesem Gegenstande stets meine besondere Aufmerksamkeit zuwandte.

Erläuterung der Abbildungen. Taf. XVI. Fig. 15 stellt den einen Einschluss in natürlicher Grösse, Taf. XVII. Fig. 11 denselben von der Oberseite in fünffacher Vergrösserung und Fig. 12 denselben von der Unterseite in fünffacher Vergrösserung dar. Taf. XVI. Fig. 16 giebt den zweiten

[1]) A. SCHENK. Palaeophytologie In K. ZITTEL'S Handbuch der Palaeontologie. II. Abtheilung. München und Leipzig 1885. S. 347.

[2]) MASTERS. On the conifers of Japan. Journal of the Linnean Society. XVIII. London 1881. p. 510.

[3]) LUERSSEN. Die Einführung japanischer Waldbäume in die deutschen Forsten. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. XVIII. Jahrg. Berlin 1886. S. 269.

Einschluss in natürlicher Grösse, Taf. XVII. Fig. 13 denselben von der Oberseite und Fig. 14 von der Unterseite, in fünffacher Vergrösserung, wieder. Auf Taf. XVII. in Fig. 15 ist ein Theil der Oberfläche, bei 80maliger Vergrösserung, dargestellt.

D. Blüten.

Im Gegensatz zu den Nadeln finden sich männliche Blüten der Abietaceen häufig im Succinit vor. Dies erklärt sich naturgemäss aus dem Umstande, dass letztere in Bälde absterben, nachdem sie ihre Function erfüllt haben, während erstere eine mehrjährige Vegetationsperiode durchmachen. Ueberdies fallen die Blüten gerade im Sommer zu einer Zeit ab, wann sich das Harz in dünnflüssigem Zustande befindet und zur Aufnahme fremder Körper geeignet ist. Männliche Blüten sind im Succinit auch schon früher beobachtet und in der Literatur erwähnt worden; so sagt z. B. Struve[1]) „es giebt Stücke Bernstein sogar mit ganzen, obwohl nur kleinen Tannenzapfen", und J. F. John[2]) berichtet, dass Rinden, welche der Fichtenrinde gleichen, Nadelholzzweige, Knospen und Zapfen im Bernstein vorkommen. Es ist ausser Frage, dass mit letzteren die Blüten von Coniferen, vermuthlich von Abietaceen gemeint sind. Drei Jahre später wird von A. Fr. Schweigger[3]) aus der Sammlung des Professor Reich in Berlin ein Stück erwähnt, welches dann H. F. Link[4]) als einen Zapfen, der zu *Picea* oder *Larix* gehört, beschrieben hat. Auch dieses Exemplar ist eine männliche Blüte, welche weiter unten als *Pinus Reichiana* (Goepp. & Ber.) m. aufgeführt wird. In der ersten Bearbeitung der Bernsteinflora von Goeppert und Berendt aus dem Jahre 1845 sind drei, und in der zweiten Arbeit Goeppert's von 1883 sieben Exemplare von Blüten im Succinit genannt. Nach meiner Erfahrung trifft man jetzt in jeder grösseren Bernsteinsammlung einige derartige Blüten an, so dass sich das im Ganzen vorhandene Material auf mehrere Dutzend von Exemplaren belaufen dürfte. Im Westpreussischen Provinzial-Museum allein befinden sich sieben Stück Succinit mit ganzen Blüten und drei mit einzelnen Staubgefässen. Wenn übrigens die Zahl der ♂ Blüten bei Weitem vorherrscht, so ist zu beachten, dass die ♀ von Natur aus zum Abfallen nicht geneigt sind, vielmehr an den Zweigen verharren, um sich hier zur Frucht auszubilden.

Was die Trennung nach Species anlangt, so unterscheidet Goeppert in seiner letzten Publication drei Arten, von welchen ich aber nur eine aufrecht halten kann, nämlich *Pinus Reichiana*. Dazu kommt neu eine zweite, auf eine männliche Blüte gegründete Art, *P. Schenkii*, und ausserdem eine auf eine weibliche Blüte gegründete Species, *P. Kleinii*. Unter den mir sonst bekannt gewordenen Blütenresten habe ich weibliche nicht aufgefunden, jedoch mögen sie wohl noch anderswo vorhanden sein. Mit unbedingter Sicherheit kann man übrigens von *P. Kleinii* nicht aussagen, dass dieser Einschluss eine weibliche Blüte darstellt; ich halte ihn dafür, wegen seiner Grösse und aus dem Grunde, weil ich nirgend eine Spur von Antheren wahrnehmen konnte.

Die im Succinit vorliegenden Blüten sind fast immer vollständig erhalten; das einzige unvollständige Exemplar (Taf. XVIII. Fig. 15. 16) ist die grosse weibliche Blüte, welche wohl erst während der Bearbeitung eine Verletzung erfahren hat. Gewöhnlich werden die Blüten am Grunde auch noch von den Bracteen umgeben, was darauf schliessen lässt, dass ähnlich wie bei unseren heutigen Kiefern und Fichten, auch von den Bernsteinbäumen die männlichen Blüten sammt ihrer Bracteenhülle abfielen.

---

1) Von Struve. Einige Worte über den Bernstein der Ostsee. Taschenbuch für die gesammte Mineralogie von C. C. Leonhard. V. Jahrg. Frankfurt a. M. 1811. S. 48.

2) J. F. John. Naturgeschichte des Succins oder des sogenannten Bernsteins. I. Th. Köln 1816. Seite 220.

3) A. F. Schweigger. Beobachtungen auf naturhistorischen Reisen. Berlin 1819. S. 122.

4) H. F. Link. Handbuch der physikalischen Erdbeschreibung. II. Theil. 1. Abtheilung. Berlin 1830. S. 333.

Ausserdem finden sich auch noch zuweilen Staubgefässe, entweder einzeln oder zu mehreren wirr durcheinander in demselben Stück. Die Farbe der Staubgefässe bzw. der ganzen Blüten ist hellbraun, und die Beschaffenheit derselben kohlenähnlich; nur dort, wo die holzigen Theile von Harz imprägnirt sind, zeigen sie noch etwas Structur.

Die Blütenfarbe und Consistenz, sowie der Umstand, dass sich einzelne Staubgefässe losgetrennt haben, deutet darauf hin, dass die Blüten erst nach dem Abblühen, d. h. also, nachdem sie von selbst abgefallen waren, in das dünnflüssige Harz hineingeriethen und von demselben eingeschlossen wurden. Hiermit steht auch die Beobachtung in Einklang, dass die Antheren durchweg geöffnet und geschrumpft sind und überdies den Pollen entleert haben; dieser findet sich oft unabhängig von den Blüten im Succinit vor. Schon GOEPPERT[1]) hat Pollen, auf einer tangentialen Holzlamelle von *Pinus succinifera* liegend, im Succinit angetroffen und abgebildet. Ich selbst habe öfters ähnlichen Blütenstaub gesehen und bin davon überzeugt, dass man demselben noch viel häufiger begegnen würde, wenn nicht sein Auffinden durch die mikroskopische Kleinheit wesentlich erschwert würde. Mehr oder weniger bleibt es dem Zufall überlassen, dass, gelegentlich der mikroskopischen Prüfung anderer Einschlüsse, auch einmal dieser kleine Blütenstaub in das Gesichtsfeld gelangt.

Von den Fruchtständen habe ich sichere Reste nicht auffinden können. GOEPPERT bildet zwar wiederholt solche Fruchtstände ab, die aber nicht im Succinit selbst, sondern auf der Lagerstätte mit demselben zusammen gefunden wurden. Besonders auffallend ist, dass auch jede Spur von Samen der Bernsteinbäume fehlt, zumal diese jedenfalls, nach Analogie der Samen der lebenden Verwandten, mit einem vortrefflichen Flugapparat ausgestattet waren, und daher leicht auf weite Strecken fortgeführt werden konnten. Wahrscheinlich ist der Mangel bzw. die grosse Seltenheit dieser Samen im Succinit dadurch zu erklären, dass sie zu einer anderen Jahreszeit reif wurden und abfielen, als dieser an den Bäumen entlang floss.

1. Pinus Reichiana (GOEPP. et BER.) **CONW.** Flos masculus ovato-oblongus subacutus pedicellatus, pedicellus cylindraceus longitudinaliter striatus glaber, basi bracteis squamiformibus ovato-lanceolatis obtusiusculo-mucronatis integris glabris subtus subcarinatis cinctus, antherae multiseriatae spiraliter dispositae, loculi 2 oblongi adnati paralleli longitudinaliter dehiscentes, connectivum ultra loculos in appendicem semiorbicularem squamiformem irregulariter denticulatam vel erosam vel minute fimbriolatam productum.

Taf. XVIII. Fig. 1 bis 9.

Abietites Reichianus GOEPPERT & BERENDT. Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt. Berlin 1845. S. 96. Taf. III. Fig. 4. 5 und Taf. V. Fig. 40.
Pinites Reicheanus ENDLICHER. Synopsis Coniferarum. Sangalli 1847. pag. 285.
Piceites Reicheanus GOEPPERT. Monographie der fossilen Coniferen. Leiden 1850. S. 209. Taf XXX. Fig. 1. 2.
Abietites Reichianus GOEPPERT. Ueber die Bernsteinflora. Monatsberichte der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin 1853. S. 462.
Abies (Picea) Reichiana GOEPP. SCHIMPER. Traité de paléontologie végétale. Vol. II. Paris 1870/72.
Abies Reichiana GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 37. Taf. XIV. Fig. 140. 141.
Abietites Wredeanus GOEPPERT & BERENDT. Der Bernstein etc. S. 97. Taf. III. Fig. 1 bis 3. 6. Taf. V. Fig. 10.
Pinites Wredeanus ENDLICHER. Synopsis Coniferarum. Sangalli 1847. pag. 284.
Piceites Wredeanus GOEPPERT. Monographie etc. S. 209. Taf. XXX. Fig. 7 bis 9.
Abietites Wredeanus GOEPP. & BER. GOEPPERT. Ueber die Bernsteinflora etc. S. 462.

---

[1]) GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. Tafel XII. Fig. 84.

Abies (Picea) Wredeana GOEPP. SCHIMPER. Traité etc. Vol. II.
Abies Wredeana GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. S. 38. Taf. XIV. Fig. 145 bis 147.
Abietites elongatus M. & G. GOEPPERT. Ueber die Bernsteinflora. S. 462.
Abies elongata GOEPP. & MENGE. GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. S. 38. Taf. XIV. Fig. 142 bis 144.
Abietites obtusatus M. & G. GOEPPERT. Ueber die Bernsteinflora. S. 462.
Abies obtusa GOEPP. & MGE. GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. S. 38. Taf. XIV. Fig. 148 bis 150.
Abietites rotundatus GOEPPERT. Ueber die Bernsteinflora. S. 462.
Abies rotundata G. & M. GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. S. 38. Taf. XIV. Fig. 153 bis 155.

Wenn wir uns zunächst mit der historischen Seite dieser Species befassen, so ist zu erwähnen, dass SCHWEIGGER (a. a. O.) 1819 ein hierher gehöriges Exemplar aus der Sammlung des Professor Dr. REICH in Berlin angeführt hat; ferner spricht derselbe Autor von einer Erlen-ähnlichen Frucht im Bernstein, welche später in den Besitz von Dr. BERENDT in Danzig übergegangen ist. Dieser theilte darauf mit[1]), dass das fragliche Stück sr. Zt. von SCHWEIGGER nur flüchtig gesehen wurde, woraus sich seine irrige Angabe erklärt; denn in Wirklichkeit sei es auch ein Exemplar der vorgenannten Coniferenart. Dasselbe befindet sich jetzt in der Geologisch-Palaeontologischen Abtheilung des Königl. Museums für Naturkunde in Berlin und ist von mir nachuntersucht worden. Ich stelle auf Taf. XVIII. in Fig. 5 eine Partie aus dieser Blüte dar, um die Uebereinstimmung mit *Pinus Reichiana* zu zeigen. Ueberdies berichtet BERENDT (a. a. O.), dass auch LEONHARD[2]) ein Exemplar erwähnt, und dass er endlich ein viertes selbst in der academischen Mineralien-Sammlung zu Königsberg gesehen habe.

Jenes Exemplar aus dem Besitze des Professor REICH wurde später von H. F. LINK als ein Zapfen, welcher entweder zu *Picea* oder zu *Larix* gehöre, beschrieben. Erst in der gemeinsamen Arbeit von GOEPPERT und BERENDT aus dem Jahre 1845 findet sich die richtige Deutung, dass nämlich kein Fruchtzapfen, sondern die männliche Blüte einer Abietacee vorliegt. Die Verfasser nannten diesen Einschluss *Abietites Reichianus* und bemerkten dazu, dass das Connectiv am meisten mit dem der Gattung *Picea* übereinstimme. GOEPPERT blieb zunächst bei dieser Ansicht stehen und wandelte sogar in seiner Monographie der fossilen Coniferen 1850 jenen Namen direct in *Piceites Reicheanus* um; aber später kehrte er wieder zu *Abietites* zurück. In der letzten Publication stellte GOEPPERT diese Species ohne Weiteres zur recenten Gattung *Abies*; die Beschreibung, welche er hier giebt, ist weniger vollständig, als diejenige aus dem Jahre 1845.

Das Original, welches meiner Diagnose zu Grunde liegt, gehörte dem verstorbenen Fabrikanten G. KORN in Gera i. Thür. und befindet sich gegenwärtig im Besitz des Gymnasiums daselbst. Der Einschluss ruht in einem klaren, weinfarbigen Bernstein und zeigt eine vorzügliche Erhaltung. Seine Länge beträgt 12 mm und sein mittlerer Durchmesser etwa 4,5 mm. Die Blüte sitzt auf einem cylindrischen, nackten Stiel, welcher in der vorliegenden Erhaltung feine Längsfurchen zeigt. An der Basis umgeben ihn und den unteren Theil der Blüte eiförmig-lanzettliche, ganzrandige, häutige Schuppen mit stumpfer oder aufgesetzter Spitze; die Rückenfläche ist schwach gekielt und nackt. Diese Schuppen verhüllen den Blütenstiel zum grossen Theil und gestatten nur von einer Seite einen Blick auf denselben. Auch in den meisten anderen Fällen ist der Stiel gewöhnlich verdeckt, weshalb er von GOEPPERT gänzlich übersehen wurde; hingegen erwähnte schon LINK im Jahre 1830, dass er einen undeutlichen Rest eines Stieles bemerkt habe. Die Form der Blüte ist länglich-eiförmig, etwas spitz. Die Staubgefässe sind in mehreren Spiralen gedrängt angeordnet und haben je zwei längliche Fächer, welche auf dem Rücken nebeneinander stehen und sich durch Längsrisse öffnen. Das Connectiv

1) BERENDT. Die Insecten im Bernstein. I. Heft. Danzig 1830. S. 23. Fussnote 33.
2) LEONHARD. Taschenbuch und Zeitschrift für die gesammte Mineralogie. Frankfurt u. Heidelberg 1822. S. 302.

ist über die Fächer hinaus zu einem häutigen, nach innen umgeschlagenen Kamm verlängert, welcher unregelmässig gezähnt, ausgenagt oder auch gewimpert ist (Taf. XVIII. Fig. 4). Die Randbeschaffenheit variirt in hohem Grade, so dass dieser Kamm manchmal auch weniger stark gezähnt und ausgenagt erscheint (Fig. 5 bis 9). Diese Ungleichheiten treten zwar an verschiedenen Exemplaren auf, jedoch finden sich auch an derselben Blüte vielfach Uebergänge, weshalb ich es nicht für opportun halte, darauf hin besondere Species zu gründen. GOEPPERT ist wohl auch zu dieser Ansicht gelangt, denn in seiner letzten Publication von 1883 degradirt er zwei ehemalige Arten, *Abies obtusa* G. & MGE. und *A rotundata* G. & MGE., zu blossen Formen von *A. Wredeana* GOEPP. Ich meine aber, dass *Abies Wredeana* selbst, ebenso wie *A. elongata* GOEPP. & MGE. einzuziehen und die hierzugehörigen Einschlüsse *Pinus Reichiana* m. zuzurechnen sind. Es ist ja möglich, dass überhaupt unter den zahlreichen Blüten der Abietaceen mehrere Species sich verbergen, aber ich halte es nicht für zweckmässig, nach der geringeren oder stärkeren Zähnelung des Randes, eine Unterscheidung nach Species durchzuführen.

Ich habe beide Originale von GOEPPERT'S *Abietites Wredeanus*, sowohl dasjenige im Mineralogischen Museum der Königl. Universität Königsberg, als auch dasjenige in der Geologisch-Palaeontologischen Abtheilung des Königl. Museums für Naturkunde in Berlin, nachuntersucht und gefunden, dass beide einen gezähnelten Rand der Connectivfortsätze besitzen, und auch im Uebrigen von *P. Reichiana* nicht zu unterscheiden sind. Wie schon oben erwähnt, stellt Taf. XVIII. Fig. 5 einen Theil des zweiten Originals vor.

Was die Zugehörigkeit der vorliegenden Einschlüsse zu recenten Gattungen betrifft, so sind *Abies, Tsuga, Pseudotsuga* und *Larix* von vorneherein ausgeschlossen, weil bei diesen die Antherenfächer quer oder schräge abwärts aufspringen. Daher kommen nur die Gattungen *Pinus* s. str. und *Picea* LINK in Betracht, und zwischen diesen beiden ist mir ein durchgreifender Unterschied im Bau der männlichen Blüte nicht bekannt. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, die gedachten Einschlüsse zu *Pinus* L. s. ampl. zu stellen, mit dem Bemerken, dass sie den heutigen Kiefern und Fichten nahe stehen. Mit fossilen Vorkommnissen ist ein Vergleich deshalb nicht opportun, weil der Erhaltungszustand in keinem anderen Falle so günstig ist, wie hier.

Was das vorhandene Material anlangt, so habe ich schon oben erwähnt, dass das Original zur Diagnose, Beschreibung und zu den Figuren 1 bis 4 im Besitz des Gymnasiums zu Gera ist. Andere Exemplare finden sich in der Geologisch-Palaeontologischen Abtheilung des Königl. Museums für Naturkunde in Berlin und in der Sammlung der Königl. Geologischen Landes-Anstalt daselbst, ferner im Provinzial-Museum zu Danzig, im Mineralogischen Museum der Königl. Universität Königsberg i. Pr., im Museum der Firma STANTIEN & BECKER ebenda u. a. a. O.

Erläuterung der Abbildungen. Taf. XVIII. Fig. 1 bis 4. KORN'sches Exemplar aus dem Gymnasium in Gera. Fig. 1 stellt den Einschluss in natürlicher Grösse, Fig. 2 denselben von der nämlichen Seite in fünffacher und Fig. 3 denselben von der entgegengesetzten Seite in fünffacher Grösse vor. Fig. 4 ist ein Staubgefäss, im unteren Theile ergänzt, 30fach vergrössert; Fig. 5 eine Partie aus der männlichen Blüte des BERENDT'schen Exemplars im Museum für Naturkunde zu Berlin ($\frac{30}{1}$). In Fig. 6 bis 8 ist ein einzelnes Staubgefäss mit geöffneten Antherenfächern von vorne, von der Seite und von der Rückseite, in 15facher Vergrösserung, und in Fig. 9 ein zweites Staubgefäss von vorne oben gesehen, auch in 15maliger Vergrösserung, abgebildet. Beide liegen in einem Stück Succinit, welches dem Provinzial-Museum zu Danzig gehört.

2. Pinus Schenkii CONW. Flos masculus oblongus obtusus pedicellatus, pedicellus cylindraceus longitudinaliter striatus glaber, bracteae? antherae multiseriatae spiraliter

dispositae, loculi 2 oblongi adnati paralleli longitudinaliter dehiscentes, connectivum ultra loculos in appendicem semiorbicularem squamiformem integerrimam productum.

Taf. XVIII. Fig. 10 und 11.

Die Blüte liegt gekrümmt in einem klaren, gelben Succinit und misst etwa 17 mm Länge, wenn man die Biegung ausser Acht lässt. Die Schuppen an der Basis fehlen, hingegen ist ein Theil des cylindrischen, nackten und mit feinen Längsstreifen versehenen Stieles erhalten. Die deflorirte Blüte besitzt eine oblonge, oben stumpfe Form. Die Ordnung der Staubgefässe ist sehr gelockert, und die Antheren sind durch Längsrisse weit geöffnet und vertrocknet; der kammartige Fortsatz der Connective ist ganzrandig, und hierauf beruht der Hauptunterschied von *P. Reichiana*. Ich nenne die neue Art, nach dem Herrn Geheimen Hofrath Professor Dr. A. Schenk in Leipzig, *Pinus Schenkii*. Das Original gehört dem Westpreussischen Provinzial-Museum in Danzig.

Erläuterung der Abbildungen. Taf. XVIII. Fig. 10 stellt den Einschluss in natürlicher Grösse und Fig. 11 denselben, von der linken ebenen Fläche gesehen, in fünffacher Grösse dar.

Pollen. Wie ich schon oben erwähnt habe, trifft man zuweilen auch *Pinus*-ähnlichen Blütenstaub im Succinit an. Goeppert drückte noch in der Arbeit von 1845 seine Verwunderung darüber aus, dass er bis dahin keinen von der Gattung *Pinus* stammenden Pollen zu entdecken vermocht, während er und Ehrenberg ihn sonst schon mehrfach in fossilem Zustande gesehen hatten. Zuerst hat von Duisburg[1]) diesen Pollen im Succinit aufgefunden und zur Gattung *Pinus* s. ampl. gehörig erkannt. Er demonstrirte mehrere derartige Einschlüsse 1860 auf der Naturforscher-Versammlung in Königsberg[2]) und kam später nochmals auf diesen Gegenstand zurück[3]). Er bemerkte, dass er in seiner, keineswegs umfangreichen, Sammlung mehr als zwanzig kleine Stücke Bernstein besitze, welche zum Theil sehr zahlreichen Blütenstaub enthalten; ihm schien zwischen diesem und dem Pollen der lebenden *Pinus silvestris* L. in Grösse und Form kein wesentlicher Unterschied obzuwalten. Goeppert hat dann zuerst im Jahre 1883 mehrere Pollenkörner abgebildet[4]), welche auf einer tangentialen Holzlamelle seines *Pinites Mengeanus* im Succinit liegen. Er bezeichnet sie beiläufig als „Pollenkörnchen von einer Abietinee, deren genauere Abstammung sich nicht angeben lässt, da die Zellen der gesammten Abietineen und wohl auch der Cupressineen in ihrem anatomischen Bau übereinstimmend sind". Wenn der verewigte Autor hiermit hat aussagen wollen, dass der Pollen der Abietaceen von dem der Cupressaceen nicht zu unterscheiden ist, so beruht diese Annahme auf einem Irrthum. Während der Blütenstaub der letzteren aus rundlichen Zellen besteht und der Flugblasen entbehrt, sind gerade die Abietaceen, mit sehr geringen Ausnahmen, durch diese ausgezeichnet.

Ich habe Abietaceen-Pollen sehr vielfach im Succinit angetroffen und gebe hier die Abbildung von drei, besonders schön erhaltenen, Körnern aus einem Stück der Sammlung O. Helm im Westpreussischen Provinzial-Museum. Im Zusammenhang mit einer männlichen Blüte habe ich ihn bisher nicht beobachtet; deshalb stelle ich diese Beschreibung an den Schluss der beiden vorgenannten Species, ohne ihn einer derselben zusprechen zu wollen.

Der Pollen ist nahezu hyalin und besteht aus einem fast planconvexen, glatten Mittelstück von 51 μ Durchmesser, an welches sich an zwei gegenüberliegenden Stellen der Peripherie eine ellipsoidische

1) Von Duisburg. Urweltlicher Blütenstaub. Neue Preussische Provinzial-Blätter. III. Folge. V. Band. Königsberg 1860. S. 294

2) Amtlicher Bericht über die 35. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Königsberg i. Pr. im September 1860. Königsberg 1861. S. 291.

3) Von Duisburg. Beitrag zur Bernstein-Fauna. Schriften der Königl. Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg. III. Jahrg. 1862. Königsberg 1863. S. 31.

4) Goeppert. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 30. Taf. XII. Fig. 84.

Auftreibung der Cuticula, von fein granulöser Structur, ansetzt. Diese Blasen führen im Jugendzustande Flüssigkeit, später Luft, und dienen dann als Flugapparat zur leichteren Verbreitung des Pollens durch den Wind. Zufolge des Trockenprocesses haben sich an diesen Luftsäcken Ringfurchen gebildet, welche in zwei verschiedenen Ebenen verlaufen.

Erläuterung der Abbildungen. Die Figuren 12 bis 14 auf Tafel XVIII. stellen einzelne Pollenkörner, bei 350facher Vergrösserung, aus einem Stück Succinit vor. Fig. 12 und Fig. 13 geben die Ansicht von oben und Figur 14 die Ansicht von der Seite wieder.

3. Pinus Kleinii Conw. Flos femineus cylindraceus elongatus apice ? basi bracteis squamiformibus oblongis subacutis integris glab ris subtus subcarinatis instructus, squamae rotundatae integerrimae retusae convexae multiseriatae spiraliter imbricatae.

Taf. XVIII. Fig. 15 bis 17.

Diese Species ist auf ein Exemplar gegründet, welches zur Menge'schen Sammlung im Westpreussischen Provinzial-Museum gehört. Der verstorbene Menge hatte dasselbe auf einem Objectträger befestigt und darunter geschrieben „*Abies Kleiniana* Goepp.“ Obwohl Goeppert unter den Resten der Abietaceen-Blüten eine ganze Reihe von Arten unterschieden hat, welche ich vorstehend in *Pinus Reichiana* zusammenziehe, so finde ich doch nirgend eine Publication der von Menge's Hand geschriebenen Bezeichnung. Hieraus schliesse ich, dass Goeppert diesen Namen nur brieflich seinem Freunde Menge mitgetheilt und später wieder eingezogen hat. Ich vermuthe sogar, dass er diese Species nachher als zweite Form zu *Abies Wredeana* Goepp. gestellt hat, denn die hiervon gegebene Abbildung[1]) erinnert lebhaft an das in Rede stehende Original. Jedenfalls behalte ich den handschriftlich notirten Speciesnamen *Kleiniana* gerne bei, zumal sich unser alter Landsmann Jacob Theodor Klein (1685—1759) um die Naturkunde unseres Landes, auch in botanischer und in palaeontologischer Hinsicht, ein hervorragendes Verdienst erworben hat.

Die weibliche Blüte liegt in einem transparenten, gelben Succinit, welcher an der Luft nachgedunkelt ist. An einer Seitenfläche und auch am Gipfel ist der Einschluss angeschliffen, sodass seine natürliche Länge und Form nicht bestimmt werden kann. Der conservirte Rest misst 18 mm Länge und 6 mm mittlere Dicke, ist also an sich schon wesentlich grösser, als das Original von *P. Reichiana*. Die Erhaltung der Blüte ist bei Weitem nicht so günstig, als bei diesem, da der Bernstein in unmittelbarer Umgebung desselben kleine Sprünge und anderweitige Zersetzungs-Erscheinungen zeigt. Die Form der Blüte ist langcylindrisch und erscheint etwas kantig in dem Bernsteinstück, welches von früher so ungünstig angeschliffen ist. Auch in den Abbildungen (Taf. XVIII. Fig. 15 u. 16) hat daher der Einschluss eine kantige Gestalt angenommen. Ob die Blüte gestielt ist, lässt sich nicht entscheiden, da die schuppenförmigen, häutigen Bracteen der Basis eng anliegen und keinen Durchblick ermöglichen. Aus der Form des Einschlusses scheint mir hervorzugehen, dass ein Stiel nicht vorhanden ist, und dass die Bracteen unmittelbar am Grunde der Blüte sitzen. Dieselben sind oblong, etwas spitz, ganzrandig, nackt, auf dem Rücken gewölbt und mit einem schwachen Kiel versehen. Die Schuppen sind breitelliptisch abgerundet und durchaus ganzrandig, zuweilen am Rande sehr wenig umgebogen. Sie stehen spiralig, jedoch kommen kleine Unregelmässigkeiten vor, sodass die Parastichen nicht überall deutlich zu erkennen sind; an einzelnen Stellen scheinen kleine Schuppen eingeschoben zu sein.

Ueber die Stellung dieser *Pinus* zu anderen fossilen und recenten vermag ich nichts auszusagen, da im Bau bei männlichen und weiblichen Blüten der Abietaceen eine grosse Uebereinstimmung herrscht.

---

[1]) Goeppert. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 38. Taf. XIV. Fig. 151 und 152.

Erläuterung der Abbildungen. Fig. 15 stellt das Original in natürlicher Grösse, Fig. 16 den Einschluss in derselben Ansicht bei fünffacher und Fig. 17 eine Partie daraus, bei 30facher Vergrösserung, dar.

* * *

Nachdem ich in Vorstehendem die im Succinit vorkommenden Blätter und Blüten von Abietaceen beschrieben habe, fragt es sich, ob diese, immer einzeln auftretenden, Organe unter sich oder mit den Holz- und Rindenresten in gegenseitige Beziehung gebracht werden können. Ueber die Verwandtschaft der Blüten, welche in drei verschiedenen Species vorliegen, lässt sich nichts aussagen, jedoch darf man wohl annehmen, dass sie mit einigen der auf Blätter gegründeten Species zusammenfallen. Unter dieser Voraussetzung hätten wir uns weiter nur mit den, nach Blattresten bestimmten, vier *Pinus*- und einer *Picea*-Art zu beschäftigen. Die Häufigkeit dieser Nadeln im Succinit ist bezüglich aller Species gleich gering, so dass man nicht etwa aus dem Vorherrschen einer Art auf den Hauptproducenten des Succinits zurückschliessen kann. Es ist nun von Interesse, weiter nachzuforschen, ob eine oder einige recente Abietaceen, deren Nadeln die fraglichen Einschlüsse im Succinit ähnlich sehen, auch im Bau ihres Holzkörpers eine Analogie mit den Bernsteinhölzern darbieten. Leider muss ich vorweg bemerken, dass es mir bisher nicht gelungen ist, eine solche Beziehung nachzuweisen. *Pinus silvatica* zeigt eine gewisse Aehnlichkeit mit der Section *Parrya*, deren Holz aber nach dem Typus von *Picea* LINK gebaut sein soll; MAYR[1]) giebt an, dass das Strahlenparenchym zahlreiche, kleine Tüpfel und die Quertracheïden kleine zackige Verdickungen besitzen. *Pinus baltica* erinnert an die japanische Rothkiefer, *Pinus densiflora* SIEB. & ZUCC.; die Parenchymzellen der Markstrahlen besitzen jedoch wenige, grosse Tüpfel und zeigen nicht die wechselnde Tüpfelung, wie *P. succinifera*. Die dritte Art, *P. banksianoides*, lässt wegen ihres jugendlichen Zustandes einen Vergleich mit jetztweltlichen Kiefern nicht zu. *P. cembrifolia* scheint der *Pinus Cembra* etc. nahe zu stehen, aber das Holz dieser recenten Species weicht insofern vom Holz der Bernsteinbäume ab, als die Radialwände des Strahlenparenchyms mit ganz grossen Tüpfeln bekleidet sind. Die Blätter von *Picea Engleri* zeigen eine grosse Aehnlichkeit mit der lebenden *P. ajanensis*, im Astholz der letzteren treten ausschliesslich die auch für andere *Picea*-Arten charakteristischen, zahlreichen, kleinen Tüpfel auf. Wenn also auch zwischen den Blättern der Bernstein-Abietaceen und denjenigen gewisser recenter Kiefern und Fichten eine geringere oder grössere Aehnlichkeit erkennbar ist, so lässt sich doch zwischen dem Holz der letzteren und dem Holz der Bernsteinbäume kein Vergleich ziehen. Daher vermag ich zur Zeit nicht festzustellen, welche Blätter und Blüten zu den im Succinit eingeschlossenen Holzresten, d. h. also zu den eigentlichen Bernsteinbäumen gehören. Aus diesem Grunde ist es auch unerlässlich, jedes einzelne der fraglichen Organe mit besonderem Speciesnamen zu versehen, wie es vorstehend geschehen ist. Ebensowenig liefert die Untersuchung der Blätter und Blüten einen Beitrag zur Lösung der Frage, ob der Succinit von Bäumen der Gattung *Pinus* L., LINK emend. oder *Picea* LINK, und in ersterem Falle, ob er von zwei- oder fünfnadeligen Kiefern abstammt. Nach dem Auftreten der Nadeln und nach der Anatomie des Holzes wird man freilich in erster Reihe auf die Gattung *Pinus* sein Augenmerk richten, aber ich gestehe ein, noch nicht in der Lage zu sein, ein vollständiges Habitusbild vom Bernsteinbaum bzw. von den Bernsteinbäumen entwerfen zu können. Es erübrigt noch, darauf hinzuweisen, dass auch die Frage, wieviele Baumarten das Harz geliefert haben, bis auf Weiteres offen bleiben muss. A priori ist der Gedanke, dass mehrere Species von Bernsteinbäumen existirt haben, nicht von der Hand zu weisen, zumal auch in der Gegenwart das Abietaceenharz des Handels von verschiedenen Baumarten hervorgebracht wird, und dieses weist in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften eine nicht grössere Veränderlichkeit, als der Succinit auf.

---

[1]) H. MAYR. Die Waldungen von Nordamerica. München 1890. S. 427.

II. Abschnitt.

Das Harz der Bernsteinbäume.

In der vorstehenden Beschreibung der Vegetationsorgane habe ich wiederholt Gelegenheit gehabt, auch des Vorkommens des Harzes in der Rinde und im Holz der Bernsteinbäume zu gedenken. Hier soll nun zusammenhängend darüber berichtet werden, was über das normale und abnorme Auftreten, über das Freiwerden in flüssigem und in erhärtetem Zustande, über die Beschaffenheit und Ausbildungsweise des Succinits mir bekannt geworden ist. Wie schon früher, folge ich auch hier dem allgemeinen Sprachgebrauch und bezeichne den in Zellen und Intercellularen der Bernsteinbäume vorhandenen Balsam als Harz. Im Allgemeinen wissen wir, dass die Harze der Coniferen ein Gemenge von flüchtigen und festen Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff darstellen, und dass die Harze von verschiedenen Baumarten meistens auch eine verschiedenartige Zusammensetzung aufweisen. Was aber die Vorgänge betrifft, welche bei der Bereitung des Harzes in der lebenden Pflanze obwalten, so ist uns hierüber kaum etwas bekannt. Nur soviel sei bemerkt, dass es anfangs als dünnflüssiger Balsam auftritt, dass es aber schon nach Verlauf weniger Jahre im Innern des Baumes erhärten kann[1]); ganz allgemein erfolgt diese Veränderung, wenn das Harz nach aussen gelangt und hier unmittelbar der Einwirkung der Luft ausgesetzt wird.

Die Bernsteinbäume führten nicht nur in den normal angelegten Intercellularen der Rinde und des Holzes, sondern vielmehr in mancherlei abnormen Behältern reichlich Harz, das zum Theil an die Oberfläche trat, zum anderen Theil im Innern verblieb und hier oft die umgebende Holzsubstanz imprägnirte. Aus den nachfolgenden Mittheilungen geht hervor, dass das Harz unserer lebenden Abietaceen in ganz ähnlicher Weise, wie der Succinit in den Bernsteinbäumen, vorkommt und dass letztere nicht etwa durch eigenartige Harzbehälter ausgezeichnet sind; indessen haben sich die Bäume in einem Zustand der gesteigerten Harzbildung befunden, welchen ich mit dem Namen Succinose bezeichnen will. Obwohl der Harzerguss insofern vortheilhaft für die Pflanze ist, als er deren Wunden gegen atmosphärische und andere Einflüsse schützt, und bei Verkienung der benachbarten Gewebetheile die Wandungen der Zellen für Wasser unwegsam macht, so hat er doch auch die üble Folge für den Baum, dass er diesen schwächt und schliesslich zu Grunde richtet.

---

1) H. Mayr. Entstehung und Vertheiluug der Secretionsorgane der Fichte und Lärche. Botanisches Centralblatt. XX. Band. Cassel 884. S. 118.

A. Vorkommen und Bildung des Harzes.

1. Normales Vorkommen.

Wie bei lebenden Coniferen, so ist auch im vorliegenden Falle das Harz zunächst ein Product der normalen Lebensthätigkeit und findet sich als solches in schizogenen Intercellularen der Rinde und des Holzes der Bernsteinbäume vor. Diese Räume, welche durch Trennung bleibender Gewebeelemente und unter Spaltung der gemeinsamen Wände entstehen, bilden sich schon im frühesten Stadium, bei der ersten Gewebe-Differenzirung aus, und können daher als protogene bezeichnet werden.

Wenn wir zuerst die **Rinde** in Betracht ziehen, so verlaufen einmal intercellulare Gänge senkrecht im Rinden-Parenchym der Aussenrinde und sind hier wahrscheinlich kreisförmig angeordnet. Bei lebenden Abietaceen treten sie in einem oder in mehreren concentrischen Kreisen auf, wobei die äusseren Canäle gewöhnlich einen geringeren Durchmesser, als die inneren besitzen. TH. HARTIG [1]) hat dieses Vorkommen bei *Picea excelsa* LK., und WEISS [2]) dasselbe bei *Pinus Strobus* L. abgebildet In der Innenrinde liegen die schizogenen Intercellularen wagrecht innerhalb der Rindenstrahlen; diese Canäle sind sehr weit, und können daher eine grosse Menge Harz producirt haben, zumal die Innenrinde oft mächtig entwickelt ist. Bei lebenden Nadelhölzern, z. B. bei unserer Fichte [3]), wird die Rinde angerissen, um das Harz aus den horizontalen Gängen zu gewinnen; hingegen ist bei *Pinus silvestris* L. und *P. nigricans* HOST. an einen ergiebigen Harzertrag aus Rindenwunden nicht zu denken, weil nach MOHL hier die horizontalen Canäle in der Innenrinde sehr eng sind, und diese selbst sehr wenig dick ist.

Im **Holz** der baltischen Bernsteinbäume, d. h. in der Wurzel, im Stamm und in den Aesten, treten verticale und horizontale, schizogene Harzcanäle auf, welche untereinander in offener Communication stehen. Zwischen den Längstracheïden kommen hier und da Stränge von Parenchymzellen vor, welche senkrecht verlaufende, schizogene Intercellularen einschliessen. Dieselben besitzen eine verschiedene Weite, je nach dem Organ, Jahresring und nach der Schicht, worin sie liegen; durchschnittlich beträgt jene Weite im Wurzelholz 300, im Stammholz 220 und im Astholz 150 bis 80 μ. Es wird von Interesse sein, die Grössenverhältnisse der verticalen Harzcanäle in lebenden Abietaceen in Vergleich zu ziehen. Nach MOHL [4]) sind die entsprechenden Intercellularen im Holz — vermuthlich im Stammholz — der lebenden Coniferen am Weitesten bei *Pinus nigricans* HOST., wo sie durchschnittlich 78 μ, höchstens 115 μ Durchmesser erreichen. Im Holz der Kiefer, *Pinus silvestris* L., sind sie nach demselben Autor 62 bis 91 μ und im Holz der Rothfichte, *Picea excelsa* LK., 44 bis 87 μ weit. Hiermit stimmt auch H. MAYR'S [5]) Angabe überein, dass das Lumen der Vertical-Canäle der Fichte kaum 50 μ übertrifft; ich selbst habe bei recenten Nadelhölzern keine Messungen angestellt. Wenn man nun diese wenigen Zahlen mit den obigen vergleicht, so ergiebt sich, dass die senkrechten schizogenen Harzgänge der Bernsteinhölzer nicht unerheblich weiter sind, als die der harzreichen Abietaceen der Gegenwart. Was die fossilen Abietaceen betrifft, so sind die weitesten bei *Pityoxylon insigne* FEL. bekannt geworden, wo ihr Durchmesser bis 550 μ gross wird [6]); und zwar handelt es sich

---

1) TH. HARTIG. Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. Berlin 1840—51. Taf. IV. Fig. e. k.

2) WEISS. Allgemeine Botanik. I. Band. Wien 1878. Fig. 186.

3) H. VON MOHL. Ueber die Gewinnung des venetianischen Terpenthins. Botanische Zeitung. XVII. Jahrg. Leipzig 1859. S. 329.

4) H. VON MOHL. Ebenda S. 339.

5) H. MAYR. Entstehung und Vertheilung der Secretionsorgane der Fichte und Lärche. Botanisches Centralblatt. XX. Band. Cassel 1884. S. 278.

6) J. FELIX. Untersuchungen über fossile Hölzer. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. XXXV. Berlin 1883. S. 87.

hier wirklich um normale schizogene, nicht etwa um nachträglich erweiterte Intercellularen, wie aus der Zeichnung des Autors (a. a. O. Taf. IV. Fig. 5) hervorgeht.

In Bezug auf die Dichtigkeit dieser Harzcanäle ist zu bemerken, dass auf einem Querschnitt von 1 qmm in der Wurzel 0,48 bis 0,50 Harzcanäle, im Stamm 0,62 bis 0,93 und in den Aesten durchschnittlich 2,09 Harzcanäle liegen. Also in demselben Maasse, wie die Weite der Intercellularen von der Wurzel durch den Stamm bis zu den Aesten hin abnimmt, wird ihre Häufigkeit in den genannten Organen eine immer grössere. Uebrigens sind diese Harzcanäle innerhalb eines Jahresringes nicht gleichmässig vertheilt, sondern liegen vornehmlich im Sommerholz. Ueber die Vertheilung der Harzcanäle im Holz lebender Abietaceen sind nur wenige zuverlässige Angaben mir bekannt. P. SCHUPPAN[1]) kommt in seinen, kürzlich veröffentlichten, Untersuchungen zu dem Ergebniss, dass im Stammholz von *Pinus silvestris* L. durchschnittlich 0,42 bis 0,55, in dem von *Pinus Laricio* POIR. 0,40 bis 0,65 und in dem von *Picea excelsa* LK. 0,18 bis 0,20 Harzgänge in einem qmm liegen. Demgemäss würden die Bernsteinbäume auch hinsichtlich der Häufigkeit ihrer Harzgänge die vorgenannten, recenten Nadelhölzer übertreffen. SCHUPPAN hat übrigens gefunden, dass auf gleichgrossen Horizontalflächen immer eine gleiche Anzahl von Harzgängen vorhanden ist, ob man im Stammholz an der Basis, in der Mitte oder an der Spitze schneidet. Ueber die Vertheilung derselben im Astholz lebender Abietaceen hat er keine Beobachtungen publicirt.

Ausserdem nimmt Parenchym auch die Mitte der mehrschichtigen Markstrahlen ein und umgiebt hier gleichfalls einen Harzgang, welcher also in radialer Richtung verläuft; diese Intercellularen setzen sich centrifugal direct in die vorhin erwähnten Intercellularen der Rindenstrahlen fort.

Ueber die **Bildungsweise** des Harzes lässt sich in den vorliegenden Fällen kaum etwas aussagen. Es ist selbstverständlich, dass wenigstens das Material zu seiner Bildung aus den Zellen der unmittelbaren und mittelbaren Umgebung stammen muss. Man nahm früher bei lebenden Abietaceen und anderen Pflanzen an, dass das Secret selbst zuerst im Inhalt der dünnwandigen Epithelzellen auftrete und von diesen in die Intercellularen hinein secernirt werde. Indessen hat SANIO[2]) gefunden, dass die Harzgänge von *Pinus* mit ihrer ersten Entstehung schon Harz führen, und neuerdings ist von H. MAYR[3]) der Nachweis geführt worden, dass bei *Picea excelsa* LK. und *Larix europaea* DC. die Zellen der Umgebung sowohl in jugendlichem als auch in späterem Alter durchaus secretfrei, hingegen schon ganz junge Intercellularen völlig mit Secret erfüllt sind. Auch andere Autoren schliessen sich dieser Ansicht an. A. TSCHIRCH[4]) bestätigt z. B. bei seinen Untersuchungen tropischer Secretpflanzen, dass das Epithel, welches den Canal auskleidet, niemals Harz oder ätherisches Oel enthält, also auch niemals diese Stoffe als solche in jene secerniren kann. DE BARY[5]) vertritt eine ähnliche Meinung und wirft die Frage auf, ob nicht allgemein die Secrete der schizogenen Behälter zunächst als Bestandtheile der Zellwand aufzufassen seien. In den Bernsteinbäumen sind die Epithelzellen der Harzcanäle selten erhalten, sondern haben zumeist eine Umwandlung in Harz durchgemacht, falls sie nicht thyllenartig ausgewachsen sind. Auch in diesem Falle muss das Material zur Bereitung des Harzes theilweise aus dem benach-

1) P. SCHUPPAN. Beiträge zur Kenntniss des Holzkörpers der Coniferen. Inaugural-Dissertation. Halle a. S. 1889. S. 21.

2) C. SANIO. Anatomie der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.). PRINGSHEIM'S Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. IX. Berlin 1873/74. S. 101.

3) H. MAYR. Entstehung und Vertheilung der Secretions-Organe der Fichte und Lärche. Botanisches Centralblatt. XX. Band. Cassel 1884. S. 23.

4) TSCHIRCH. Untersuchungen über die harzführenden Secretbehälter der Pflanzen. Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde. Jahrg. 1889. Berlin 1889. S. 173.

5) A. DE BARY. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877. S. 216.

barten Gewebe zugeführt sein, denn die geringen Mengen der Membranen, welche aufgelöst wurden, reichten nicht hin, um die grossen Harzmassen zu bilden, welche in den Canälen abgelagert sind.

2. Abnormes Vorkommen des Harzes.
(Succinosis.)

Ausser in den regelmässig vorhandenen, schizogenen Intercellularen des Holzes und der Rinde, kommt das Harz der Bernsteinbäume auch mehrfach auf abnorme Weise vor. Einmal findet nicht selten Verkienung statt, anderseits werden die normalen Harzbehälter vermehrt und erweitert, und endlich treten auch ganz neue abnorme Behälter auf. Bei lebenden Nadelhölzern hat FRANK[1]) die abnorme Harzbildung mit dem Namen Resinosis belegt, welche sich begrifflich zur normalen Harzbildung ebenso verhält, wie die Gummose zur normalen Bildung von Gummi. Nach diesem Vorgang bezeichne ich das abnorme Auftreten von Bernsteinharz als Succinose. Diese hat im Holz und in der Rinde der Bernsteinbäume eine weite Verbreitung gehabt und einen wesentlichen Einfluss auf ihr ganzes Leben ausgeübt.

Verkienung. Schon im gesunden Holz lebender Bäume kommt es vor, dass einzelne Partien desselben mehr oder weniger verharzen. Wenn nämlich die Membranen der alten Tracheïden, z. B. im Kernholz, nicht mehr so viel Wasser führen wie im Jugendzustand, so werden sie wegsam für Harz, welches nun aus den Harzbehältern durch die Wandung hindurch diffundirt und sowohl das Lumen, als auch die Membran der Zellen erfüllt. Auf diese Weise entsteht Kienholz im engeren und weiteren Umkreise. Diese Erscheinung kann man, wenngleich in verschiedenem Grade, in den Aesten und Stämmen der lebenden Kiefer, Fichte und Tanne und auch anderer Nadelbäume wahrnehmen. Zumeist sind es die inneren Jahresringe, welche hieran theilhaben und eine schmälere oder breitere Zone von röthlicher oder bräunlicher Färbung aufweisen; das Kienholz ist in mässig dicken Quer-Scheiben durchscheinend. Die Verkienung recenter Nadelhölzer tritt nach E. MER gewöhnlich an der Insertionsstelle der Zweige ein, im Uebrigen kommt sie aber auch bei den am Stamm verbliebenen Stümpfen alter Aeste vor, welche in Folge von Selbstreinigung oder auf andere Weise abgebrochen sind. Wenn nun bei dem, durch fortschreitendes Dickenwachsthum des Stammes, stattfindenden Einwachsen dieser Aststümpfe kleine Zwischenräume entstehen, so werden diese gleichfalls durch Harz ausgefüllt. Man findet übrigens dieses Vorkommen im Bauholz wieder, z. B. in Brettern, Pfählen u. dgl., wo sich die harzerfüllten, eingeschlossenen Aeste gegen das andere Holz deutlich abheben. Ausserdem verharzen besonders die abgehauenen Stöcke von Nadelhölzern, und ebenso die Wundflächen der geschälten und der auf Harz genutzten Stämme. Hierbei vollzieht sich der Process nicht blos von innen heraus, sondern auch von aussen nach innen, indem sich das ausgetretene Harz wieder durch die an der Oberfläche mehr oder weniger getrockneten Tracheïden zurückziehen kann. Endlich verursachen gewisse Pilze in der Rinde und im Holz der lebenden Coniferen eine reichlichere Harzproduction und eine damit verbundene Verkienung des umliegenden Gewebes. Ich erinnere nur an *Peridermium Pini* WALLR., welches ein Absterben der Wipfel alter Kiefern und eine Verkienung hervorruft, welche unter dem Namen Kienzopf bekannt ist.

In den Bernsteinhölzern kommen Verkienungeu sehr häufig vor, und ich habe diese Erscheinung in mehreren Figuren hier abgebildet. Zunächst stellt Tafel IV. Fig. 3 den Querschnitt durch eine

[1]) A. B. FRANK. Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880. S. 75.

nicht zersetzte Partie eines Astholzes dar; die Membran und das Innere der Zellen sind mehr oder weniger mit Harz erfüllt, und an einigen Stellen haben sich auch kleinere, lysigene Harzgänge gebildet. Ferner sind auf Taf. III. Fig. 1 ein Wurzelholz und auf Taf. VIII. Fig. 3 ein Stammholz abgebildet, welche beide erst die imprägnirende Flüssigkeit aufgenommen haben, nachdem die Wände ihrer Zellen bereits durch parasitäre Pilze stark angegriffen worden waren. In diesen letzten Fällen handelt es sich natürlich nur um eine Wanderung von Harz und um eine Infiltration desselben in todte Zellen. Wenn aber die Parenchymzellen der Markstrahlen mit Harz erfüllt sind, während ihre Wandung unverletzt und für diese Substanz nicht permeabel ist, so spricht dieser Umstand dafür, dass auch in der lebenden Zelle, ausser Verbindung mit den Harzcanälen, eine Neubildung von Harz erfolgen kann. E. Mer[1]) sagt, dass eine innige Beziehung zwischen Stärke und Harz stattfindet, und bestätigt es noch durch folgende Beobachtung:

„Les rayons, qui traversent l'aubier du Sapin ne renferment dans leurs cellules que des grains amylacés nombreux et volumineux, mais pas trace de résine. Dans ceux du coeur, au contraire, l'amidon est remplacé par des granules, des blocs et des globules de résine ambrée. Mais il existe une zone mince de passage où ces deux substances se rencontrent dans des cellules voisines et souvent dans la même cellule. On y trouve aussi quelques gouttelettes de résine liquide. D'autre part, les rayons, dès qu'ils pénètrent dans le liber, renferment de la résine, soit associée à de l'amidon, soit le plus souvent seule.“

Wenn man zuweilen schon in ganz jungen Asthölzern die einschichtigen Markstrahlen mit Harz erfüllt sieht, so kann man nur annehmen, dass auch hier im Innern der Parenchymzellen das Harz neu gebildet sei.

Vermehrung der schizogenen Gänge. An lebenden Nadelhölzern ist von Ratzeburg[2]) die Beobachtung gemacht worden, dass in den nach Verwundungen sich bildenden Jahresringen viel mehr Harzgänge angelegt werden, als unter normalen Verhältnissen. Auch H. de Vries[3]) fand, dass die Harzgänge im Wundholz der Coniferen oft zahlreicher sind, als im normalen Holz, und meinte, dass die reichlichen Harzmengen, welche an Wundstellen der Nadelhölzer so oft gesehen werden, vielleicht zum grossen Theil diesen Harzgängen entspringen. In Folge von Verletzungen der Rinde bzw. des Holzes können Harzcanäle sogar bei solchen Arten auftreten, welche sonst gar keine besitzen. So entsinne ich mich in der Privat-Sammlung des Herrn Professor Kny in Berlin einen Querschnitt von *Abies pectinata* DC. mit zahlreichen Harzbehältern gesehen zu haben, welchen Herr Dr. A. Wieler einem 35jährigen Stamme in den Vogesen entnommen hatte. Die Jahresringe sind sehr eng und zum Theil nicht vollständig erhalten; der Durchmesser des Stückes beträgt nur 26 mm. Im letzten Jahresring finden sich Harzcanäle, fast ununterbrochen im ganzen Umkreis, auf einer kurzen Strecke sogar in zwei tangentialen Reihen; ausserdem kommt auch noch im vorletzten, also im 34. Jahresring eine kurze Reihe von Harzcanälen vor[4]).

Nun treten auch in manchen Asthölzern der baltischen Bernsteinbäume schizogene Intercellularen ausserordentlich zahlreich auf, so dass deren Vorkommen als ein abnormes bezeichnet werden muss. Während sonst im Astholz die Canäle einzeln oder höchstens zu zweien beisammen liegen und kaum

1) E. Mer. De la formation du bois gras dans le Sapin et l' Epicéa. Comptes Rendus de l'Académie des sciences. Tome CIV. Paris 1887. page 527.

2) Ratzeburg. Die Waldverderbniss durch Insectenfrass etc. II. Band. Berlin 1868. S. 76 ff.

3) H. de Vries. Ueber Wundholz. Flora N. R. XXXIV. Jahrg. Regensburg 1876. S. 121.

4) Diese Angaben erhielt ich nachträglich durch Herrn Dr. Carl Mueller, Assistenten am Botanischen Institut der Königl. Landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin.

mehr als zwei auf 1 qmm Flächenraum kommen, sind sie hier zu dreien und mehr unmittelbar nebeneinander oder nur durch einen einschichtigen Markstrahl getrennt. Am Auffälligsten zeigt sich diese Erscheinung an einem Astholz, dessen Querschnitt auf Taf. V. Fig. 1 abgebildet ist. Hier liegen im ersten Frühjahrsholz eines Ringes, auf einer Tangentialstrecke von 5 mm, nicht weniger als 19 Canäle nebeneinander. Ich nehme an, dass der vorliegende Ast in der vorangegangenen Jahreszeit beschädigt worden war und nun eine grössere Zahl von Harzbehältern angelegt hatte; das hierin gebildete Harz wurde dazu verwendet, die Wunde zu schliessen. Ob der nächstjüngere Jahresring weniger oder gar keine Canäle enthält, wie es bei recenten Hölzern der Fall zu sein pflegt, habe ich nicht entscheiden können, weil das Präparat nicht soweit conservirt ist.

Erweiterung der schizogenen Gänge. Es kommt vor, dass nicht nur die Membranen der um einen schizogenen Canal gelegenen Epithel-, sondern auch der angrenzenden Holzzellen aufgelöst werden und schliesslich verschwinden. Auf diese Weise entstehen grössere, unregelmässig begrenzte Intercellularen, welche ich nach TSCHIRCH's Vorgang[1]) als schizo-lysigene bezeichne. Während die schizogenen Canäle, nach dem Zeitpunkt ihrer Bildung als protogene aufzufassen sind, gehören die schizo-lysigenen Intercellularen zu den hysterogenen (FRANK). Letztere können in der Rinde und im Holz der Bernsteinbäume überall auftreten, wo schizogene Intercellularen vorhanden sind. Daher erweitern sich auf die angegebene Weise die verticalen Canäle der Aussenrinde ebenso, wie die horizontalen in den Rindenstrahlen der Innenrinde, zu schizo-lysigenen Harzräumen. Ausserdem habe ich auch im Holzkörper beobachtet, dass die den verticalen Canal umgebenden Tracheïden und Markstrahlzellen mit Harz erfüllt sind, und dass im weiteren Stadium die Wandungen derselben gelöst werden. Hierdurch entstehen zuzuweilen grosse, mit Harz erfüllte Höhlen im Holz der Bernsteinbäume, wie es z. B. in dem auf Taf. III. Fig. 2 abgebildeten Horizontalschliff durch ein Wurzelstück zu sehen ist; einen ähnlichen Vorgang hat übrigens B. FRANK[2]) aus dem Holz der lebenden Kiefer, *Pinus silvestris* L., beschrieben. Endlich tritt auch noch der Fall ein, dass die schizogenen Intercellularen der mehrschichtigen Markstrahlen zu schizolysigenen sich erweitern, jedoch habe ich diesen Vorgang nur selten beobachtet.

Lysigene Gänge aus normalem Gewebe. Die lysigenen Behälter gehen durch Umwandlung der Membranen benachbarter Zellen und Zellgruppen im fertigen, alten Gewebe hervor, und sind daher nach FRANK als hysterogen zu bezeichnen. In diesem Falle ist der Secretraum nicht von einem besondern Epithel, sondern von den Ueberresten der in Auflösung begriffenen, vergänglichen Zellen begrenzt. Man kann nun wiederum zwei verschiedene Fälle unterscheiden, je nachdem das fragliche Gewebe das normale oder ein besonders vorgebildetes (abnormes Parenchym) ist. Wir betrachten hier zunächst den ersten Fall.

Die hierher gehörigen Intercellularen finden sich häufig in der Aussen- und Innenrinde der Bernsteinbäume und bilden einen Ersatz für die schizogenen Behälter, welche durch Borkebildung bald verloren gehen. In der Innenrinde der Bernsteinbäume tritt, mit Ausschluss des eigentlichen Korkes, eine völlige lysigene Verharzung ein. Dieser Vorgang findet sein Analogon in der lebenden Kiefer, dagegen steht er im Gegensatz zu der Harzbildung in der Rinde der Hemlocktanne, *Tsuga canadensis* CARR., wo nach HÖHNEL[3]) im fertigen Kork, der hier ganz dünnwandig ist, lysigene Harzräume ent-

---

1) A. TSCHIRCH. Angewandte Pflanzenanatomie. I. Band. Wien und Leipzig 1889. S. 477.

2) A. B. FRANK. Beiträge zur Pflanzen-Physiologie. Leipzig 1868. S. 120. — Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880. S. 81.

3) FR. VON HÖHNEL. Die Gerberinden. Berlin 1880. S. 43. — Beiträge zur Pflanzenanatomie und Physiologie. III. Botanische Zeitung. XL. Jahrg. Leipzig. 1882. S. 161.

stehen, während das eigentliche Rindengewebe intact bleibt; diese Harzgänge liefern das Canadische Pech. Ebenso kommen lysigene Harzgänge in der Rinde unserer Edeltanne, *Abies pectinata* DC., vor und vergrössern sich hier zu Harzbeulen, aus denen der Strassburger Terpentin gewonnen wird.

Abgesehen von der Rinde, finden sich lysigene Harzbehälter auch im normalen Gewebe des Holzkörpers. Hier und da sieht man Gruppen von Tracheïden in der Auflösung begriffen, und wo ein Markstrahl angrenzt, nehmen dessen Zellen gleichfalls an diesem Vorgang Theil. Aber das Auftreten der lysigenen Harzbehälter scheint mir weder an das Vorhandensein von Strahlenparenchym, noch von Strangparenchym gebunden zu sein. Es entstanden hierdurch im Holz der Bernsteinbäume kleinere und grössere, unregelmässig begrenzte Räume, welche zum Theil noch jetzt mit dem erhärteten Harz erfüllt sind. Jüngere Entwickelungszustände dieser lysigenen Intercellularen habe ich auf Taf. IV. Fig. 3 und Taf. VIII. Fig. 1 zur Darstellung gebracht. Einen ähnlichen Vorgang beschreibt A. WIGAND[1]) aus dem Holz von *Pinus Strobus* L., „wo die Wände einzelner Holzzellen oder ganzer Gruppen sich gelb färben und aufquellen und weiterhin zu einer gelben Harzmasse zusammenfliessen, in welcher Anfangs die Zellumrisse noch undeutlich, zuletzt garnicht mehr zu erkennen sind.“

Endlich bilden sich lysigene Harzgänge auch im Mark der Bernsteinbäume aus. Nach den mir vorliegenden Präparaten von Asthölzern zu schliessen, sind jene garnicht selten aufgetreten und zwar schon im jugendlichen Alter derselben. Sie erreichen zuweilen beträchtliche Dimensionen und nehmen in einzelnen Fällen sogar den ganzen Umfang des Markcylinders auf kürzere oder längere Strecken ein.

Lysigene Gänge aus abnormem Gewebe. In manchen Asthölzern der Bernsteinbäume tritt hier und da ein fremdartiges Parenchym auf, welches in anderen Stücken wiederum gänzlich fehlt. Wie ich schon oben auseinandergesetzt habe, macht dasselbe später einen Verharzungsprocess durch, und ist als der Bildungsherd eines bestimmten und ansehnlichen Theiles der Handelswaare des Succinits zu betrachten. Auf diesen letzten Punkt komme ich später noch einmal zurück. Die Anlage des Parenchyms ist zweifellos schon im Cambium erfolgt, da einmal seine Zellen radial angeordnet sind und dieselben ausserdem centrifugal allmählich wieder in Tracheïden übergehen, indem sich die Parenchymzellen strecken und die angrenzenden Tracheïden Quertheilungen zeigen. In umgekehrter Richtung, d. h. nach innen, hebt sich das abnorme Parenchym ganz scharf gegen das Tracheïdengewebe ab und bildet hier keinerlei Uebergänge. Dieser Umstand spricht dafür, dass die Neuanlage dieses Gewebes zufolge einer plötzlich von aussen bis in den Verdickungsring hinein erfolgten Einwirkung von Statten gegangen ist. Es scheint mir von besonderem Interesse zu sein, näher zu untersuchen, welcher Art diese Einwirkung auf die Bernsteinbäume wohl gewesen sein kann, und deshalb schliesse ich eine allgemeine Betrachtung über das Vorkommen von abnormem Holzparenchym bei recenten Nadel- und Laubhölzern hier an.

In den Hölzern der lebenden Coniferen ist abnormes Holzparenchym wiederholt beobachtet worden; so wurde es von KRAUS[2]) bei *Picea alba* LK., *P. orientalis* LK., *Abies balsamea* MILL., *A. Pindrow*, *A. Pichta* FORB., *Cunninghamia sinensis* R. BR., *Cupressus sempervirens* L. u. a. m. constatirt. Der genannte Forscher wies auch nach, dass das Auftreten desselben in verschiedenen Theilen der nämlichen Holzart und bei den verschiedenen Species der Coniferen keineswegs constant sei. Daher dürfe man es nicht als Unterscheidungsmerkmal verwenden, wie es früher vielfach geschah. Er nahm auch die

---

[1]) A. WIGAND. Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle. PRINGSHEIM'S Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. III. Band. Berlin 1863. S. 166.

[2]) KRAUS. Mikroskopische Untersuchungen. S. 162. Hier finden sich auch literarische Angaben über das Vorkommen von abnormem Holzparenchym bei recenten und fossilen Nadel- und Laubhölzern.

Umwandlung eines Theiles des Parenchymgewebes in Harz bei *Abies Pichta* FORB., *A. cephalonica* LOUD. und anderen Nadelhölzern wahr. Ferner hat E. MER[1]) abnormes Holzparenchym in der Edeltanne beobachtet, denn er sagt: „On remarque parfois dans les branches de Sapin des lambeaux de parenchyme ligneux intercalés aux trachéides, principalement à la limite externe des accroissements annuels". Er bemerkt, dass dieses Gewebe im normalen Holz der Coniferen fehlt, und hält es für ein inneres Wundparenchym, das von den Markstrahlen aus gebildet sei. Ich habe keine Erfahrung über die erwähnte Erscheinung bei lebenden Nadelhölzern, möchte aber nochmals darauf hinweisen, dass sie im Holz der Bernsteinbäume auf die cambiale Thätigkeit zurückzuführen ist. MER berichtet weiter, dass dieses abnorme Parenchym mit Harz angefüllt sei, und dass auch ringsum eine Verkienung eintrete. Im weiteren Verlauf entstehen, wahrscheinlich durch Auflösung der Zellmembranen des abnormen Gewebes, etwa linsenförmige Hohlräume, die in der Längsaxe gestreckt sind und zunächst ein flüssiges Oel, später ein festes Harz enthalten. Solche Harzbehälter, welche in den Kreisen der Forstmänner mit dem Namen der Harzgallen bezeichnet werden, sind schon von KARSTEN[2]), DIPPEL[3]), RATZEBURG[4]) u. a. im Holz der Edeltanne, von B. FRANK[5]) u. a. in dem der Fichte beobachtet worden. Ich selbst habe während der letzten Jahre sehr oft die gedachten Harzgallen bei der Fichte und gemeinen Kiefer aufgefunden, nachdem ich durch das analoge Vorkommen im Holz der Bernsteinbäume darauf aufmerksam geworden war. Als ich im Herbst 1886, in Begleitung des Königlichen Forstmeisters Herrn REVERDYS, das Revier Zwiesel O. im Baierischen Walde besuchte, liess derselbe einige stattliche Fichten vor meinen Augen umhauen, um mir die erwünschte Gelegenheit zu geben, eine Reihe von Erscheinungen in loco zu beobachten. Beim Niederfallen traten in Folge von Baumschlag vielfach Beschädigungen der Rinde und des Holzes ein, so dass auch einige grössere Harzräume blosgelegt wurden, aus welchen das Secret ausfloss. Ueberall, wo Holz geschlagen wurde, sowie auf den grossen Lagerplätzen, die an vielen Bahnhöfen dort errichtet sind, konnte ich jene Gallen im Fichtenholz wiederfinden. Ausserdem habe ich sie später an den bearbeiteten Hölzern in grossen Handelsplätzen, wie Passau, München, Nürnberg, Mannheim u. s. w., ferner an den Fichten des Schwarzwaldes, des Harzes und anderer Gebirgswälder beobachtet. Auch die gemeine Kiefer, *Pinus silvestris* L., entbehrt der Harzgallen nicht, vielmehr habe ich sie oft an unserem nordischen Charakterbaum in Westpreussen und in der Mark wahrgenommen. Im vorigen Jahre fiel mir diese Erscheinung ganz besonders in den ausgedehnten Nadelwäldern Schwedens auf, denn ich bin dort nie an Lagern von gespaltenem oder durchgesägtem Kiefernholz vorübergegangen, ohne zahreiche Harzgallen im Innern desselben bemerkt zu haben. Ich fand dieselbe Bildung auch in vielen Holzbauten, beispielsweise häufig in einem Landhause in L. Halmare bei Loftahammar wieder, wo ich die Gastfreundschaft meines verehrten Collegen, Herrn A. G. NATHORST aus Stockholm, genoss. Obgleich einige der gallenreichen Dielen zusammengehört haben mögen, so sind doch im Ganzen zweifellos zahlreiche Stämme zur Herstellung derselben erforderlich gewesen; überdies treten diese Harzgallen in verschiedenen Jahresringen desselben Stückes auf. Aber auch auf meinen Wanderungen durch die nächste Umgebung dieses nordischen Strandidylls hatte ich oft wahrzunehmen Gelegenheit, dass dort die Gallen im Holz der Kiefer, *Pinus silvestris* L., zu den gewöhnlichen Vorkommnissen gehören.

---

1) MER. De la formation du bois gras dans le Sapin et l'Epicéa. Comptes Rendus de l'Académie des sciences. Tome CIV. Paris 1887. page 525.

2) KARSTEN. Ueber die Entstehung des Harzes. Botanische Zeitung XV. Jahrgang. Leipzig 1857. S. 316.

3) DIPPEL. Zur Histologie der Coniferen. Botanische Zeitung XXI. Jahrgang. Leipzig 1863. S. 254.

4) RATZEBURG. Die Waldverderbniss durch Insectenfrass. II. Band. Berlin 1868. S. 4.

5) FRANK. Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880. S. 84.

Ausserdem kann man sich von der Häufigkeit derselben im schwedischen Kiefernholz in den Häfen von Lübeck, Rostock u. a. überzeugen, wo ja oft ausgedehnte Lager dieses Holzes angehäuft sind.

Wenn ich meine Beobachtungen über das Vorkommen des abnormen Holzparenchyms und der daraus entstehenden Harzgallen im Holz unserer Abietaceen zusammenfasse, so kann ich wohl behaupten, diese Bildung viel häufiger in entlegenen Waldungen, als in unseren wohlgepflegten Forsten, zumal in der Nähe grösserer Städte, angetroffen zu haben. Ich beschränke mich zunächst darauf, diese persönliche Wahrnehmung festzustellen, will es aber unterlassen, schon jetzt weitere Folgerungen anzuschliessen, ehe die Ursache dieser abnormen Gewebsbildung genügend aufgeklärt ist.

Nach der oben erfolgten Darlegung des anatomischen Baues jenes Holzparenchyms, scheint es mir nicht fraglich zu sein, dass seiner Entstehung eine fremde Einwirkung vorausgegangen ist. Es liegen nun in der Literatur einige Beobachtungen an recenten Nadel- und Laubhölzern vor, welche mit dieser Erscheinung in Vergleich gezogen werden können. P. SORAUER[1]) erzeugte durch künstliche Kälte an einem $1^1/_2$ Jahre alten Zweig von *Larix europaea* DC. eine Wunde, die in Form von offenen, kleinen Rissen auftrat. In Folge hiervon bildeten die, ursprünglich getrennt gewesenen, beiden Rindenseiten, durch Vorwölben und Theilung der gesunden Zellen, die Anfänge von Ueberwallungsrändern, welche sich gegeneinander hin immer weiter ausbildeten und in kurzer Zeit mit einander verschmolzen. Gleichzeitig äusserte sich die Thätigkeit des Cambiums in der Weise, dass es nach innen zunächst Holzparenchym abschied, welches sich über die Spalten hinwegwölbte. Der genannte Autor meint, dass erst später, wenn der Rindendruck stärker geworden, wieder normale Holzelemente würden gebildet werden, die sich dann als festere Schichten über die Frostwunde ablagern würden. H. MAYR[2]) bestätigt, dass das Holzparenchym bei *Larix europaea* DC. meistens und bei *Picea excelsa* LK. immer pathologisch ist. Nach seiner Auffassung verdankt es die Entstehung einer Verwundung, einer localen Tödtung der Cambiumzellen, wobei äusserlich oft gar keine Beschädigung wahrgenommen werden kann; er meint, dass es eine Reihe von Ursachen gebe, und in einem Falle konnte er in ausgedehntem Maasse Frost als Ursache constatiren. Eine ausführliche Publication über diesen Gegenstand hat MAYR meines Wissens leider nicht geliefert, vermuthlich ist er durch seine Studienreise nach Nordamerica und durch seine spätere Uebersiedelung nach Tokio daran behindert worden.

Die Gruppen von abnormem Holzparenchym im Holz der lebenden Coniferen sind schon, ehe eine Verharzung eintritt, mit unbewaffnetem Auge als dunkele Flecke zu erkennen. Ganz ähnliche, dunkelgefärbte Stellen treten auch vielfach in Laubhölzern auf, wo aber zum Theil eine andere morphologische Bildung zu Grunde liegt. Aeltere Autoren fassten beide Erscheinungen zusammen und hatten im Uebrigen eine sehr unklare Vorstellung von dem Wesen derselben. TH. HARTIG[3]) beschrieb sie als „Zellgänge", NÖRDLINGER[4]) als „Markfleckchen" und ROSSMÄSSLER[5]) als „Markwiederholungen". Erst neuerdings hat KIENITZ[6]), wenigstens für Eberesche, Birke und mehrere Weidenarten, nachgewiesen, dass diese „Markfleckchen" lediglich Ausfüllungen von Bohrgängen sind, welche eine Dipterenlarve verursacht; und zwar scheint hier von den Parenchymzellen der Markstrahlen aus eine Thyllen-ähnliche Bildung hervorzutreten, welche schliesslich das ganze Innere des Bohrcanals ausfüllt. Hieraus erklärt es sich,

1) P. SORAUER. Ueber Frostbeschädigungen. WITTMACK'S Gartenzeitung. I. Jahrgang. Berlin 1882. S. 391.

2) H. MAYR. Entstehung und Vertheilung der Secretionsorgane der Fichte und Lärche. Botanisches Centralblatt. XX. Band. Cassel 1884. S. 283.

3) TH. HARTIG. Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. Berlin 1840—51.

4) NÖRDLINGER. Querschnitte von hundert Holzarten. Bd. II. Stuttgart und Augsburg 1856. S. 10.

5) ROSSMÄSSLER. Versuch einer anatomischen Charakteristik des Holzkörpers der wichtigeren deutschen Bäume und Sträucher. Dresden und Leipzig 1847.

6) KIENITZ. Entstehung der Markflecke. Botanisches Centralblatt. XIV. Band. Cassel 1883. S. 21. Taf. I und II.

dass das Gewebe dieser Markflecke durchweg einen unregelmässigen Verlauf nimmt, und eine radiale Anordnung der Zellen nicht erkennen lässt. Daher kann diese Bildung mit dem hier vorliegenden, abnormen Parenchym garnicht in Vergleich gezogen werden, hingegen ist durch ROB. HARTIG[1]) ein anderer Fall bekannt geworden, welcher eine gewisse Aehnlichkeit mit dem im Bernsteinholz vorkommenden besitzt. Im Holz der Rothbuche tritt zuweilen abnormes Parenchym auf, dessen Entstehungsursache er auf die Thätigkeit einer Baumlaus, *Lachnus exsiccator* ALT. zurückführen konnte. Dieses Insect bohrt seinen Schnabel bis ins Cambium ein und sondert wahrscheinlich einen Stoff aus, der sich den Bildungsstoffen der Cambialzellen beimischend, deren Theilungsprocesse und den weiteren Gang der Entwickelung der jugendlichen Zellen beeinflusst. Dies äussert sich zunächst in der üppigeren Entwickelung und reichlicheren Zelltheilung des Holzparenchyms, wodurch die zunächst noch normal bleibenden Holzzellen weiter auseinander gedrängt werden. Bald macht sich durch Querwände die Neigung zur Bildung parenchymatischer Zellen geltend. Es folgt dann schliesslich ein regellos geordnetes Gallenparenchym, welches sich in gewaltiger Mächtigkeit entwickelt und den Rinden- und Bastkörper nach aussen drängt. HARTIG bemerkt, dass die Einwirkung der Läuse weit über die Grenze hinaus reicht, die von diesen gerade eingenommen ist; es geht daraus hervor, dass sich die die Gallenbildung hervorrufende Aussonderung durch die leitenden Organe in der Längsrichtung des Stammes weiter fortpflanzt. Derselbe Autor beschreibt ebenda von der Rothbuche auch eine Rindengalle, welche durch die Thätigkeit einer Wolllaus, *Chermes Fagi* KLTB., hervorgerufen wird.

Nach diesen Erfahrungen halte ich dafür, dass in den Bernsteinhölzern die Bildung des abnormen Parenchyms, woraus später die grossen, lysigenen Intercellularen hervorgingen, entweder durch atmosphärische Einflüsse oder durch die Einwirkung Seitens gewisser Insecten erfolgt ist. Für erstere sprechen SORAUER's und MAYR's, für letztere wiederum R. HARTIG's analoge Beobachtungen an lebenden Waldbäumen. Ueberdies sei hier erwähnt, dass auch an unserer Fichte eine Baumlaus, *Lachnus Piceae* F., auftritt[2]), jedoch ist die hierdurch verursachte Krankheit der Fichtenstämme noch nicht näher bekannt geworden. Ich erhielt im Herbst 1887 von Herrn Königl. Oberförster LODEMANN in Sillium bei Derneburg einige Fichtenabschnitte mit ansitzenden Baumläusen, konnte aber bisher die Bildung eines abnormen Parenchyms an den beschädigten Stellen nicht erkennen. Ausserdem kommen bei der Kiefer, *Pinus silvestris* L., und beim Knieholz, *P. Pumilio* HKE., Rindengallen vor, welche von einem *Cecidium* erzeugt werden. THOMAS[3]) sagt: „der Auswuchs wird durch eine mit Verdickung des Holzkörpers verbundene Wucherung des Rindenparenchyms gebildet". Demzufolge ist es nicht unwahrscheinlich, das die Einwirkung des fraglichen Insects ein ähnliches abnormes Parenchym zur Folge hat, jedoch liegen hierüber keine Untersuchungen vor. Ferner treten an der Lärche, *Larix europaea* DC. zuweilen Astknoten auf, welche durch einen kleinen Wickler, *Graptolitha Zebeana* RTZB., verursacht werden[4]). Die Larve frisst in einem Zweigwinkel fast immer bis auf das Holz, worauf ein Harzfluss erfolgt, welcher die ganze Frassstelle und auch die Gegend zwischen Haupt- und Seitentrieb erfüllt. Der vermehrte Saftzufluss bewirkt nach THOMAS auch in den abgewendeten Theilen von Haupt- und Seitentrieb eine Wucherung, welche als Cambialgalle zu bezeichnen ist, und an welcher Holz und Rinde theilnehmen; daher mag wohl in diesem Falle ein abnormes Parenchym entstehen.

---

[1]) ROB. HARTIG. Untersuchungen aus dem Forstbotanischen Institut zu München. I. Berlin 1880 S. 151.

[2]) ALTUM. Forstzoologie. III. Band. II. Abtheilung. Berlin 1882. S. 352.

[3]) THOMAS. Beiträge zur Kenntniss der in den Alpen vorkommenden Phytoptocecidien. Mittheilungen des Botanischen Vereins für Gesammt-Thüringen. Band IV. S. 63.

[4]) THOMAS. Teratologische und pathologische Mittheilungen. Irmischia. Sondershausen 1881. S. 36. 37.

Wir sehen also, dass eine Reihe von Fällen aus der Gegenwart dafür spricht, dass Insecten, und andere wiederum dafür, dass atmosphärische Einflüsse jene Bildung in den Bernsteinbäumen verursacht haben mögen. Im Uebrigen braucht der eine den anderen Factor nicht auszuschliessen, und ich halte es daher für wahrscheinlich, dass seiner Zeit mehrere Ursachen zusammengewirkt haben, um das häufige Vorkommen des abnormen Holzparenchyms bzw. der Harzgallen im Holz der Bernsteinbäume hervorzurufen.

Es ist schon oben (S. 52) erwähnt worden, dass sich das abnorme Parenchym nicht immer auf einen Theil des Umfanges beschränkt, sondern zuweilen auch im ganzen Verlauf desselben auftritt. Diesen letzteren Fall habe ich in vorzüglicher Ausbildung an einem dünnen Ast der Bernsteinhölzer gesehen, bei welchem dieser Process im 14. Jahre eingetreten war (Taf. XV. Fig. 4.; Taf. VII. Fig. 3). Das Parenchym ist völlig verharzt, und die in reichem Maasse eingetretene Succinose hat das baldige Absterben des Astes wesentlich beschleunigt, wenn nicht veranlasst. Die Rinde (R) ist abgehoben, und liegt 4 bis 8,5 mm vom Holzkörper entfernt; die Lage und Erhaltungsart der Rindenzellen spricht übrigens für die Lebhaftigkeit, mit welcher sich der Harzfluss centrifugal bewegt hat (Taf. VII. Fig. 4.). Man ersieht hieraus gleichzeitig, dass dieser Vorgang während der vollen Lebensthätigkeit des Baumes erfolgt ist, denn es sind z. B. die zartwandigen Zellen des Rindenparenchyms mit Zellkern vollkommen erhalten (Taf. VI. Fig. 5). Der Harzfluss war ein so reichlicher, dass er sich, nach eingetretener Verletzung der Rinde, von aussen um dieselbe herumgelegt und sie stellenweise ganz eingeschlossen hat. Dieses Beispiel zeugt von der eminenten Productivität an Harz, welche fast ausschliesslich dem abnormen Holzparenchym zukommt, da die anderen kleinen Behälter in diesem jungen Ast kaum in Betracht kommen können. Wenn in dem vorliegenden Falle keine so weit um sich greifende Verharzung stattgefunden, sondern das Cambium seine normale Thätigkeit wieder aufgenommen hätte, so würde hier später eine Erscheinung zu Tage getreten sein, welche man als Auslösung des Holzkörpers bezeichnet. Es kommt nämlich bei lebenden Bäumen vor, dass sich ein cylindrischer, glatter Kern völlig aus dem Holz herausschält, und Hallier[1]) hat zuerst den Nachweis geführt, dass die Ursache hiervon in der Bildung einer concentrischen Zone von abnormem Holzparenchym zu suchen ist, das in Harz umgewandelt wird. B. Frank[2]) bestätigt dies für ein Fichtenholz, bei welchem sich der, aus den fünf ältesten Jahresringen bestehende, glatte Kern ablöste.

Die Ursache zur Entstehung des abnormen Ringparenchyms ist wahrscheinlich dieselbe als diejenige gewesen, welche das abnorme Gruppenparenchym hervorgerufen hat. Möge es nun ein Insect oder Frost oder ein anderer Factor gewesen sein, in jedem Falle konnte sich die hierdurch bewirkte Wunde leicht über die ganze Peripherie eines so dünnen Astes verbreiten. Ausserdem ist es auch möglich, dass die Einwirkung gleichzeitig an mehreren Stellen oder an der ganzen Peripherie stattgefunden hat.

Es mögen hier noch einige Worte über die **Bildung** des Harzes in den lysigenen und schizolysigenen Räumen angeschlossen werden. Aus obigen Schilderungen geht hervor, dass im Holz der Bernsteinbäume zuweilen Erscheinungen auftreten, welche die allmähliche Auflösung der Zellmembran herbeiführen. Wenn man hiergegen einwenden wollte, dass diese auf eine Zersetzung der Zellwände durch Parasiten, welche sonst ja allgemein verbreitet ist, zurückzuführen sei, so ist Folgendes zu bemerken. Einmal stellt gerade dasjenige Bruchstück, von welchem der oben erwähnte Dünnschliff (Taf. IV. Fig. 3) entnommen ist, eins der sehr wenigen unzersetzten Stücke dar, wie schon aus der

1) E. Hallier. Phytopathologie. Die Krankheiten der Culturgewächse. Leipzig 1868. S. 82.

2) B. Frank. Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880. S. 84.

dickwandigen Beschaffenheit der Tracheïden hervorgeht; und zweitens fehlen die parasitischen Pilze überhaupt im Innern der Rinde, und doch ist der fragliche Umwandlungsprocess hier ebensogut zu bemerken, wie im Holz der Bernsteinbäume. Daher steht es ausser Frage, dass sich die Membran der Parenchymzellen und Tracheïden in Harz umgewandelt hat, und zwar sind alle Stadien dieses Auflösungsprocesses an einer Reihe von Präparaten wahrzunehmen. Bei den Pflanzen der Gegenwart finden wir vielfach analoge Vorgänge. Schon KARSTEN[1]) und WIGAND[2]) behaupteten, dass die Harzbehälter durch Desorganisation von Zellen entstünden, und DIPPEL[3]) hat nachgewiesen, dass die Parenchymzellen im Holz von *Abies pectinata* DC. zu lysigenen Intercellularen werden, indem im Innern Harz an Stelle der Stärke tritt und darauf die Membranen verschwinden. FRANK[4]) beobachtete einen ähnlichen Process im Bast älterer Stämme von *Thuja occidentalis* L. Hier werden Gruppen von Parenchymzellen des Bastes und der Rindenstrahlen reicher an protoplasmatischem Inhalt, sowie an Stärke, und zugleich treten Tröpfchen von Terpentin im Inhalt auf. Letzteres vermehrt sich, während die übrigen Bestandtheile des Zellinhaltes schwinden, und zuletzt wird auch die Membran aufgelöst; das desorganisirte Gewebe lässt dann eine mit Terpentinöl gefüllte Höhle zurück. Sogar die dickwandigen Bastfasern werden allmählich von aussen nach innen aufgelöst, und sehen dabei wie angefressen aus. VON HÖHNEL[5]) hat bei *Tsuga canadensis* CARR. einen Fall constatirt, wo thatsächlich aus trockenen Korkzellwänden und aus festen, trockenen, in Wasser löslichen Gerbstoffklumpen, welche die Korkzellen ganz erfüllen, Harz und Terpene entstehen. Eine Zuwanderung ist völlig unmöglich, da die Bildung mitten im Korkgewebe stattfindet, wo eine Bewegung von Stoffen ausgeschlossen ist, und wo alle Elemente mit festen Tanninmassen erfüllt sind. Auch nach der Bildung der Harzräume sind diese allseitig von Korkzellen, die sich nicht von den verschwundenen unterscheiden, umgeben. Es hat sich also in ihrer Umgebung keine Veränderung vollzogen. Auch TSCHIRCH[6]) sagt, es ist sicher, dass sich die Cellulose und die verholzten Membranen vollständig und rückstandslos in Balsam auflösen; ob sie direct in Oel bzw. Harz, oder zunächst, was wohl das Wahrscheinlichste ist, in Zwischenglieder der Reihe übergeführt werden, bleibt zu untersuchen. Endlich sei hier auch noch erwähnt, dass HANAUSECK[7]) in den Zapfenschuppen einiger Coniferen die Entstehung lysigener Harzgänge durch Umwandlung gewisser Inhaltskörper und durch chemische Metamorphose der Membran beobachtet hat.

B. Freiwerden des Harzes.

1. Flüssiges Harz.

Das Harz, welches auf sehr mannigfache und reichliche Weise in Rinde und Holz gebildet ist, würde zeitlebens im Innern der Bäume geblieben sein, wenn nicht die Harzbehälter auf die eine oder andere Art nach aussen geöffnet wären. Dies erfolgte gewöhnlich schon am lebenden Baum, und zwar

[1]) H. KARSTEN. Ueber die Entstehung des Harzes, Wachses, Gummis und Schleims durch die assimilirende Thätigkeit der Zellmembran. Botanische Zeitung. XV. Jahrg. Leipzig 1857. S. 313.

[2]) A. WIGAND. Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle. PRINGSHEIM'S Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. III. Band. Berlin 1863. S. 115.

[3]) L. DIPPEL. Zur Histologie der Coniferen. Botanische Zeitung. XXI. Jahrgang. Leipzig 1863. S. 253.

[4]) A. B. FRANK. Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880. S. 80.

[5]) F. VON HÖHNEL. Beiträge zur Pflanzenanatomie und Physiologie. III. Botanische Zeitung. XL. Jahrg. Leipzig 1882. S. 161.

[6]) A. TSCHIRCH. Angewandte Pflanzenanatomie. I. Band. Wien und Leipzig 1889. S. 220.

[7]) T. F. HANAUSECK. Ueber die Harzgänge in den Zapfenschuppen einiger Coniferen. Jahrbuch der Oberreal- und Handelsschule in Krems. 1879. Mit 1 Tafel.

zunächst in Folge von **Borkebildung,** welche durch stärkeren Luft- und Wärmezutritt, z. B. an freistehenden Bäumen, wesentlich beschleunigt werden konnte. Durch das Ablösen der Borkeschuppen wurden immer neue Harzbehälter blosgelegt, sodass ihr Inhalt ungehindert austreten konnte. Es kommt in der Gegenwart sogar vor, dass Bäume, welche bisher im Waldesschluss gestanden, nach plötzlicher Freistellung durch Windbruch oder dgl., ihre ganze Rinde auf der entblösten Seite verlieren. Wenn hierdurch grössere, lysigene Räume getroffen werden, kann eine reichliche Menge von Harz zum Ausfluss kommen. WIESNER[1]) sagt von *Agathis Dammara* RICH., dass freiwillig grosse Harzmassen aus der Rinde hervortreten, was wohl so zu verstehen ist, dass durch spontanes Abblättern der Rinde die Harzbehälter derselben freigelegt werden.

In grösserem Maasse gelangte das Harz nach aussen, wenn durch atmosphärische oder organische Einflüsse eine **Beschädigung der Rinde** verursacht worden war. Dass diese sehr häufig im Bernsteinwald stattgefunden hat, geht zur Genüge aus den, im folgenden Abschnitt anzustellenden, Betrachtungen über die Krankheiten der Bernsteinbäume hervor. Wenn sich z. B. durch gegenseitige Reibung zweier Aeste oder durch einen schwachen Baumschlag an den Stämmen oder in Folge leichten Viehtrittes an den Wurzeln grössere Partieen der Aussenrinde abgetrennt hatten, so floss das Harz aus den umliegenden Behältern aus und bildete, je nach den Umständen, einen dünneren oder dickeren Wundbelag. Falls die Innenrinde mitbeschädigt war, konnten sich auch die, in den Rindenstrahlen verlaufenden, Intercellularen wesentlich an diesem Process betheiligen, zumal sie ja in offener Verbindung mit den Harzgängen der Markstrahlen im Holz stehen. Auch konnten Parasiten die Ursache sein, dass die Rinde in erhöhtem Maasse abblätterte, in Folge dessen dann Harz nach aussen trat. Ferner haben auch nicht zum geringsten Theil Insecten und andere Thiere Anlass zum Harzausfluss gegeben, z. B. tritt überall da, wo gewisse Hylesinen den Stamm oder die Aeste angreifen, die flüssige Harzmasse in ganz bestimmter Form zu Tage. Ueberdies erfolgt ein milchiger Harzausfluss an den Frassstellen von Tortriciden-Raupen in der Rinde junger Bäumchen.

Anderseits kamen an den Stämmen auch Schälwunden vor. Bisher sind von solchen Thieren, welche Kiefern und Fichten schälen, allerdings nur Eichhörnchen[2]) im Bernsteinwalde nachgewiesen, allein auch diese kleinen Thiere können recht erhebliche Verletzungen der Rinde verursachen, in Folge deren das Harz aus der Aussen- und Innenrinde an den Wundrändern hervorquillt und schwächere oder stärkere Wülste verursacht. Ausser Eichhörnchen bewirken auch Rothwild und Elche durch Schälen einen beträchtlichen Harzfluss an unseren recenten Nadelbäumen; da aber Haare von hirschartigen Thieren im Succinit bisher nicht aufgefunden sind, so mögen weitere Erörterungen über diesen Gegenstand hier unterbleiben.

In weit grösserem Umfange musste aber der Ausfluss an Harz vor sich gehen, wenn nicht allein die Rinde, sondern auch der **Holzkörper verwundet** wurde. Dies geschah schon an jedem Baum beim Reinigungsprocess, d. h. während des spontanen Abfallens der unteren Aeste. Sodann konnten in Folge von Windbruch, Baumschlag und anderen Agentien weitere Astbrüche und Beschädigungen des Holzes selbst erfolgen. In ersterem Falle wurden vor allen Dingen die vertical verlaufenden Harzcanäle geöffnet, und in letzterem Falle, wo stärkere Aeste oder Stämme seitlich angeschlagen wurden, floss das Harz vornehmlich aus den horizontalen Gängen der Markstrahlen heraus. Hierbei bildeten sich die austretenden Harzmassen in verschiedener Form aus, worauf ich weiter unten zu sprechen komme.

---

1) J. WIESNER. Die Rohstoffe des Pflanzenreichs. Leipzig 1873. S. 112.

2) K. ECKSTEIN. Thierische Haareinschlüsse im baltischen Bernstein. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. N. F. Bd. VII. Heft 3. Danzig 1890. S. 90. Taf. II.

Nahezu immer wurden hiervon ausschliesslich die äusseren Jahreslagen, also der Splint betroffen, da die Harzcanäle des Kernholzes kaum noch Harz enthalten, vielmehr meistens durch Thyllen verschlossen sind. Auch bei den Nadelhölzern der Gegenwart entfliesst das Harz vorzugsweise den Canälen im Splint, selbst wenn in denjenigen des Kerns keine Thyllen vorkommen. Hierauf beruht nach MOHL[1]) die Harzgewinnung, wie sie früher in Oesterreich und in Frankreich bei verschiedenen Kiefern angewendet wurde. In die äusseren Holzschichten wird eine Kerbe eingehauen, welche höchstens 8 cm tief ist, und um den Harzausfluss aus der oberen Wundfläche wieder aufs Neue einzuleiten, wird dort von Zeit zu Zeit eine dünne Holzschicht weggenommen. Auf diese Weise wird zunächst das in den äusseren Holzschichten sich bildende und aus der Rinde in sie übertretende Harz abgezapft, indessen mag wohl auch ein Theil des im Kernholz bereits abgelagerten Harzes wieder austreten und durch die Wunde abfliessen.

Bei diesen gröberen Beschädigungen des Holzes sind es nicht allein die normal gebildeten, schizogenen Intercellularen, welche das Harz abgeben, sondern es werden auch häufig grössere, lysigene Behälter blosgelegt, und ich habe selbst bemerkt, dass an den durch Windbruch und Baumschlag beschädigten Fichtenstämmen solche Harzräume geöffnet waren, welche dann ihren Inhalt ausfliessen liessen. Wenn man nun in Betracht zieht, dass z. B. die, aus abnormem Parenchym hervorgegangenen, Intercellularräume recht erhebliche Dimensionen erreichen, so ergiebt sich eine beträchtliche Menge Harz, welche im Innern enthalten ist und unter gewissen Umständen nach aussen gelangen kann. Um diesen Harzreichthum zu veranschaulichen, führe ich ein interessantes Beispiel aus der Gegenwart an. CASPARY[1]) berichtet über einen, zwar nicht selbst beobachteten, aber wohl verbürgten Fall, wo der Blitz von einer Fichte, *Picea excelsa* LK., die Krone heruntergeschlagen und den herabgeworfenen, oberen Stammtheil zersplittert hatte. Der Blitz war längs dem noch stehenden Stamm, welcher, beiläufig bemerkt, unten kaum 1 m Durchmesser besass, gerade herunter und über eine Wurzel hinweg in den Erdboden gefahren; er hatte auf diesem Wege den Stamm in einer Breite von etwa 5 cm seiner Rinde entblösst. Hierbei hatte der Blitz nun aus dem oben abgeschlagenen Stammstück einen grossen Theil des Harzes herausgeschmolzen, welches zum geringeren Theil längs dem Stamme eine Strecke herunter und zum grösseren Theil, von demselben abgelenkt, zu einem freihängenden Zopf herabgeflossen und erstarrt war. Der Berichterstatter giebt hiervon eine Abbildung und bemerkt, dass dieser Harzzopf eine Länge von 1,5 bis 1,9 m maass, und oben recht gut die Dicke eines Mannesschenkels besass, während er unten in zwei grössere und einige kleinere Spitzen auslief. Das Harz war verkohlt, schwarz wie Pech und glänzend, äusserst leicht und zerbrechlich, im Innern mit kleinen Luftblasen erfüllt, daher porös und gleichsam schwammig. Ein analoges Vorkommen aus dem baltischen Bernstein ist mir nicht bekannt geworden, immerhin halte ich es nicht für unmöglich, dass bei Blitzschlägen auch auf diese Weise das Harz aus den Bernsteinbäumen nach aussen gelangt sein kann. Dass Blitzschläge im Bernsteinwald erfolgt sind, lässt sich schon a priori annehmen, kann aber auch aus gewissen Holzsplittern im Succinit geschlossen werden, worauf ich in dem nächsten Abschnitt über die Krankheiten der Bernsteinbäume zurückkomme. Die obige Beobachtung aus der Gegenwart führe ich nur deshalb an, um zu zeigen, welche beträchtlichen Quantitäten Harz in unseren lebenden Bäumen enthalten sind.

Die verschiedenartigen Verletzungen wirkten nicht allein insofern auf die Bäume ein, als sie die im Innern vorhandenen Harzbehälter öffneten, sondern auch insofern, als sie die Harzproduction erhöhten.

---

[1]) H. VON MOHL. Ueber die Gewinnung des venetianischen Terpenthins. Botanische Zeitung. XVII. Jahrg. Leipzig 1859. S. 329 ff.

[2]) R. CASPARY. Mittheilungen über vom Blitz getroffene Bäume und Telegraphenstangen. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg. XII. Jahrg. 1871. Königsberg i./Pr. 1872. S. 69. Taf. VII. Fig. 2.

Nachdem eine Wunde entstanden, floss das Harz zwar zunächst aus den angerissenen Canälen der nächsten Umgebung aus, aber später zog es sich auch aus entfernteren Theilen dorthin, da ja — abgesehen von anderen Behältern — die verticalen und horizontalen Intercellularen in offener Communication standen. Im nächsten Jahr bildete nun das Cambium, wie oben dargethan ist, eine weit grössere Zahl von verticalen Harzcanälen, als unter normalen Verhältnissen, aus; ferner entstanden im Holz und vielleicht auch in der Rinde von Neuem lysigene Gänge, und endlich erweiterten sich die schizogenen zu schizo-lysigenen Intercellularen. Nach Vergleich mit bestehenden Verhältnissen können wir ferner annehmen, dass gewisse Insecten unmittelbar zum Harzfluss anregten, denn manche recente Hylesinen bohren die Stämme, Aeste und Zweige unserer Kiefern und Fichten an, in Folge dessen ein starker Harzfluss trichterförmig um das Bohrloch sich herumlegt. Es giebt nun nicht allein zahlreiche Hylesinen im Succinit, sondern es kommen auch ganz ähnlich geformte Stücke von Rohbernstein vor, wodurch jene Annahme in hohem Grade an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Ferner fressen die Raupen gewisser Tortriciden, welche gleichfalls in der Fauna des Succinits repräsentirt sind, in der Rinde von Nadelhölzern und verursachen hier einen milchigen Harzfluss. In dieselbe Familie gehört der recente Kiefernharzgallenwickler, *Retinia resinella*, dessen Räupchen ebenso in der Rinde nagt und ein Austreten von Harz in Form einer Galle veranlasst, welche bis zur Kirschengrösse anwachsen kann. Dieser kleine Schmetterling ist in der Jetztwelt sehr häufig, und man kann die durch ihn hervorgerufenen Harzgallen wohl in allen Kiefernwaldungen wahrnehmen. Im Succinit finden sich zwar zahlreiche Stücke, welche man sehr wohl auf eine ähnliche Entstehung zurückführen könnte, indessen ist die Form zu wenig charakteristisch, als dass man aus derselben auf die Ursache zurückschliessen darf; überdies sind solche Insecten, welche der *Retinia resinella* nahestehen, aus dem Succinit bisher nicht bekannt geworden. Die Insecten des baltischen Bernsteins sind leider noch sehr wenig bekannt. Wenn erst eine gründliche und umfassende Bearbeitung derselben vorliegen wird, werden wir gewiss eine ganze Reihe solcher Thiere kennen lernen, deren Verwandte in der Gegenwart einen Harzfluss bei Kiefern und Fichten hervorrufen.

Wann das dünnflüssige Harz am lebenden oder absterbenden Baum austrat, wurden immer kleine Partien der Rinde und des Holzes durchdrungen, und es sind uns noch heute solche Stücke in enger Verbindung mit Succinit erhalten. In einzelnen Fällen, zumal wenn das abnorme Parenchym eine Ringgalle gebildet hatte, wurden dünnere Aststücke ringsum eingeschlossen. Auf diese Weise hat die Natur ein Dauerpräparat geschaffen, welches von keinem künstlichen übertroffen wird, denn der Balsam hat jene Reste oft schon im Leben von innen und von aussen auf das Innigste durchdrungen, und daher die zartesten Einzelheiten auf das Beste conservirt. Ich hebe dies ausdrücklich hervor, um es begreiflich zu machen, dass man beispielsweise auch den Zellkern in den Zellen des Rindenparenchyms mit grösster Deutlichkeit erkennen kann. Daher bieten die Holz- und Rindenreste im Succinit das denkbar besterhaltene, fossile Material für mikroskopische Untersuchungen.

2. Erhärtetes Harz.

Wenngleich mannigfache Beschädigungen aller Art an jedem einzelnen Baum im Bernsteinwald stattfanden, so konnte hierdurch doch bei Weitem nicht der Gesammtgehalt an Harz zum Ausfluss gebracht werden. Ein Theil desselben verblieb nicht allein in den zahlreichen schizogenen, sondern auch in den grösseren, lysigenen Räumen und erhärtete im Innern des Holzes bzw. der Rinde. Wenn nun der Stamm ganz abstarb und seine Rinde verlor, so bildeten sich bald Risse im Holz, gleichviel ob er noch im Boden stand oder bereits gefallen war. Bei genügender Einwirkung der Sonnen-

wärme, konnte nun das in den peripherischen Theilen noch vorhandene Harz erweicht und nachträglich am todten Holz zum Ausfliessen gebracht werden. Ich entsinne mich während des vorigen Herbstes im Kinda-Revier in Oestergoetland (Schweden), auf dem Erdboden liegend, einen 3 bis 4 m langen, entrindeten Kiefernstamm gesehen zu haben, dessen Holz parallel der Holzfaser von feineren und gröberen Spalten durchsetzt war. Nahezu aus jeder der letzteren war das zähflüssige Harz hervorgequollen und hatte sich in je einem länglichen Tropfen senkrecht heruntergezogen. Dieselben waren 4 bis 6 cm lang, sahen röthlichgelb bis röthlich aus, und waren zum Theil schon wieder erhärtet. Sie erinnerten mich lebhaft an gewisse kleine Succinittropfen von der Form einer langgezogenen Thräne. Schliesslich ist der Vorgang ganz ähnlich dem an bearbeiteten Nadelhölzern, z. B. an manchen Thüren, Fenstern u. dergl. zu beobachtenden, wo nämlich bei anhaltender Wärme das Harz nachträglich heraustritt; nur pflegt sich hier gewöhnlich ein vollkommeneres Ausschmelzen zu vollziehen, in Folge dessen das austretende Harz meist ganz durchsichtig wird.

Im Uebrigen blieb noch eine beträchtliche Menge Succinit im Innern des todten Holzes zurück und ist uns, zumal bei dünneren, verkienten Asthölzern, bis auf den heutigen Tag in loco natali conservirt. In den meisten Fällen wurden aber diese Harzstücke später frei, nachdem das sie umgebende Holz, vielleicht erst im Verlauf von Jahrhunderten, zu Mulm zerfallen war. Inzwischen war das Harz natürlich vollständig erhärtet und dadurch widerstandsfähiger gegen äussere Einflüsse geworden. Das in den engen, schizogenen Canälen enthaltene, hartgewordene Harz kommt nicht weiter in Betracht, hingegen spielen die, aus dem abnormen Holzparenchym hervorgegangenen, Stücke eine hervorragende Rolle. Sie sind flach, etwas concav-convex oder auch auf beiden Seiten eben. Der Ausdehnung des Gewebes entsprechend, erreichen sie zuweilen recht erhebliche Dimensionen, und ihrer Entwickelung gemäss, zeigen sie auf einer oder auf beiden Seitenflächen oft noch Abdrücke oder auch einzelne Theile des anliegenden Holzgewebes. Diese Stücke bilden einen integrirenden Bestandtheil des Handels-Bernsteins; die dünneren werden als „Platten“, die dickeren als „Fliesen“ bezeichnet.

Diese Stücke, welche zumeist eine sehr charakteristische Form und Ausbildung zeigen, haben schon mehrfach die Aufmerksamkeit der älteren Autoren auf sich gelenkt, welche zumeist darin überstimmen, dass sie aus dem Innern des Holzes der Bernsteinbäume stammen, jedoch gehen die Ansichten darüber, wo sie gesessen haben, auseinander. JOH. CHR. AYCKE[1]) sagt, die Platten seien so fest, als ob sie zwischen harten Gegenständen eingezwängt gewesen wären; ihre concaven Seiten, seltener auch die convexen zeigen Eindrücke von Holzfasern, von denen sie sich abgelöst zu haben scheinen. Er nimmt an, dass die Bernsteinbäume zwischen den Jahresringen Harzschichten abgesetzt, die Jahresringe selbst mit Harz durchzogen und zur homogenen Harzmasse umgewandelt hätten. Gegenüber dieser Auffassung sprach HEINR. ROB. GOEPPERT[2]) drei Jahre später von einem jener Stücke die Meinung aus, dass es „nach den auf demselben befindlichen Abdrücken zu schliessen, im Stamm längs den Markstrahlen gesessen hatte“. Später nahm GOEPPERT an, dass ein Theil dieser plattenförmigen Stücke parallel den Markstrahlen und ein anderer Theil zwischen Rinde und Holz bzw. im Holze selbst in tangentialer Lage sich befunden habe. Diese Auffassung vertritt er auch noch in seiner letzten Arbeit[3]), wo er von beiden makroskopische, aber nur von den letzteren eine mikroskopische Abbildung giebt. Es ist wohl denkbar, dass im absterbenden oder todten Baume radiale Spalten nachträglich durch Harz ausgefüllt werden, wodurch dann ähnlich geformte Stücke entstanden sein könnten, wie die Platten und Fliesen, allein eine Beobachtung liegt hierüber nicht vor. Denn die Schraffirungen, welche an GOEPPERT's

1) JOH. CHR. AYCKE. Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig 1838.
2) Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur im Jahre 1838. Breslau 1839. S. 35.
3) GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 24 bis 27.

Originalen keineswegs so distinct sind, wie auf seinen Zeichnungen, rühren von der Holzfaser her, lassen aber ohne Weiteres noch nicht die radiale Folge von Jahresringen erkennen. Eine mikroskopische Abbildung, welche allein hierfür beweisend gewesen wäre, hat der Verfasser nicht geliefert. Ich selbst habe bei der Untersuchung der Abdrücke und Holzreste an den Fliesen und Platten unter dem Mikroskop immer nur tangentiale Bilder erhalten. Ein Stück in der Geologisch-Palaeontologischen Abtheilung des Königl. Museums für Naturkunde in Berlin trägt folgende Etikette: „Lag in Bernsteinbäumen vertical, parallel den Markstrahlen, daher die Abdrücke der Jahrringe. GOEPPERT"; auch hier konnte ich keine radiale, sondern nur eine tangentiale Ansicht des Holzes erhalten. G. C. BERENDT[1]) bemerkt, dass die Platten unter der Rinde und zwischen den Jahresringen des Holzes entstanden seien, und hebt dies als Beweis für die enorme Quantität des Harzsaftes hervor, welche überall im Innern der Bäume abgesondert wurde. Von seiner Hand ist in der vorgenannten Sammlung eine andere Etikette geschrieben, welche lautet: „Bernstein in Platten, die im Innern der Bäume, zwischen den Jahringen oder in besonderen Schläuchen gebildet zu sein scheinen".

Eine ganz andere Vermuthung stellte R. KLEBS[2]) in Königsberg i. Pr. auf und hat sie noch bis in die jüngste Zeit aufrecht erhalten[3]). Nach ihm sind die gedachten Stücke, ähnlich wie die weiter unten zu behandelnden Schlauben, durch Fluss an der Oberfläche des Baumes entstanden; nur mit dem Unterschiede, dass sich in diesem Falle die aufeinander folgenden Flüsse durcheinander gemischt haben sollen, während bei den Schlauben jeder Fluss oberflächlich erhärtete und mit dem folgenden nicht mehr zusammenfliessen konnte. Ich brauche nichts mehr gegen diese Hypothese anzuführen, weil sich aus der von mir gegebenen Darstellung der anatomischen Verhältnisse die Genesis der Fliesen und Platten von selbst ergiebt; in diesem Sinne habe ich mich auch schon in einem Vortrage auf der vorjährigen Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Greifswald ausgesprochen[4]).

C. Beschaffenheit des Harzes.

Das **Harz im Innern** der Rinde und des Holzes der Bernsteinbäume ist zunächst dünnflüssig gewesen, kann aber schon nach wenigen Jahren erhärtet sein, wenn es nicht vorher ausgewandert oder ausgeflossen war. MAYR[5]) erwähnt z. B., dass an der Basis eines vierjährigen Triebes von einer hundertjährigen Fichte nur 7 von 21 Canälen einen dünnflüssigen Inhalt zeigten, welcher beim Durchschneiden des Triebes rasch ausfloss. Das Harz, welches die Zellen und Intercellularen der Bernsteinhölzer ausfüllt, erscheint im Dünnschliff weisslich, gelb und bei sehr altem Holz sogar ins Orange oder Rothbraun übergehend gefärbt (Tafei VI. Fig. 2). Hinsichtlich seiner Mikrostructur weist es oft Verschiedenheiten auf, je nachdem es sich in den normal angelegten Canälen oder in den abnorm entstandenen Lücken vorfindet. In ersterem Falle ist es nämlich klar und homogen, in letzterem aber vielfach getrübt und mit zahlreichen Bläschen erfüllt; dementsprechend sind auch fast alle Fliesen und Platten des Succinits trübe, während klare Stücke hier zu den grössten Seltenheiten gehören. Die angegebenen Differenzen

---

1) BERENDT. Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. I. Band. Danzig 1845. S. 33.

2) R. KLEBS. Die Handelssorten des Bernsteins. Jahrbuch der Königl. Preuss. Geologischen Landesanstalt und Bergacademie f. d. Jahr 1882. Berlin 1883. S. 413. Fussnote.

3) R. KLEBS. Aufstellung und Katalog des Bernstein-Museums. Königsberg i. Pr. 1889. S. 26.

4) CONWENTZ. Ueber die verschiedene Bildungsweise einiger Handelssorten des baltischen Bernsteins. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. XLI. Band. Berlin 1890. S. 567.

5) H. MAYR. Entstehung und Vertheilung der Secretionsorgane der Fichte und Lärche. Botanisches Centralblatt. XX. Band. Cassel 1884. S. 118.

beruhen auf der verschiedenen Bildungsweise des Harzes, denn in den schizogenen Intercellularen liegt gewöhnlich der reine, unvermischte Balsam vor, während sich derselbe in den lysigenen Räumen mit Zellsaft mischen konnte; je nachdem dies in höherem oder in geringerem Grade stattfand, entstanden trübere oder mehr klare, bis ganz klare Stücke.

Es spricht nichts gegen die Annahme, dass das Harz auch im frischen Zustand im Innern der Bäume dieselbe Structur besessen habe, wie in dem uns bekannten fossilen. Als nun seiner Zeit aus Wunden das **Harz austrat,** mischte es sich mit dem Zellsaft der gleichzeitig verletzten Theile des Splintholzes und der Rinde, und erfuhr hierdurch eine Veränderung. Selbst wenn nur vertical und horizontal verlaufende, schizogene Gänge geöffnet wurden, bewirkten die hinzutretenden Flüssigkeits-Bläschen in dem bislang klaren Harz eine Verringerung der Transparenz, eine Trübung und eine zähere Consistenz. Dies fand in erhöhtem Maasse statt, falls lysigene Räume angeschlagen waren, aus welchen ein an sich schon trübes Harz ausfloss. Das Westpreussische Provinzial-Museum besitzt einen Ast der Bernsteinbäume mit Ringgalle, an welchem diese Vorgänge deutlich zu erkennen sind. In dem auf Taf. XV. Fig. 4. dargestellten Horizontalschliff bemerken wir, dass zwischen Rinde und Holz, also da, wo das abnorme Parenchymgewebe gesessen hat, vornehmlich von einer Seite her ein trüber Fluss mit der übrigen, klaren Harzmasse sich vereinigt und dann nach aussen tritt. Diese Erscheinung ist schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennen, tritt aber noch deutlicher unter dem Mikroskop hervor. Jene Trübung wird lediglich durch zahlreiche Bläschen bewirkt, welche sich an manchen Stellen allmählich in die homogene Harzmasse hinein verlieren, während sie anderswo noch eine scharfe Grenze gegen dieselbe bilden. Dieses Stück beweist ganz deutlich, dass die milchige Beschaffenheit des Succinits auf seine Bildungsweise in der lebenden Pflanze zurückzuführen, und nicht etwa als ein Product fremdartiger Einwirkung auf späterer Lagerstätte anzusehen ist. Uebrigens kommen unter Succinit viele Stücke vor, welche zum Theil oder auch gänzlich diese weisse, knochige Beschaffenheit zeigen und im geschäftlichen Verkehr mit dem Namen Knochen bezeichnet werden. Wenn wir unsere Nadelwälder aufmerksam durchwandern, können wir ähnliche Erscheinungen wahrnehmen. Aus frischen Wunden der Kiefern und anderen Coniferen tritt das Harz selten klar, sondern meistens etwas getrübt hervor, in vielen Fällen hat es sogar ein milchiges Aussehen angenommen. Unter dem Mikroskop bemerken wir, dass dies auch durch kleine Bläschen verursacht wird, welche in sehr grosser Anzahl und Dichtigkeit auftreten. Ueber den Inhalt dieser Bläschen im recenten und fossilen Harz lässt sich bis jetzt wenig aussagen. Nach R. KLEBS[1]) führt ein Theil der Bläschen im Succinit eine Flüssigkeit und ein anderer Theil Krystalldrusen, welche vielleicht Bernsteinsäure vorstellen.

Was nun die Consistenz des mit Zellsaft gemischten Harzes anlangt, so war diese beim Hervorquellen des Harzes zähflüssig, und die Masse vergrösserte sich von innen nach aussen. Die hierdurch entstandene Form der Stücke ist sehr wechselnd und hängt von verschiedenen Nebenumständen ab. Wenn die Wunde frei nach unten lag, klein und regelmässig begrenzt war, wie es z. B. bei Astbrüchen vorkommt, so konnte sich die austretende Harzmasse mehr oder weniger regelmässig ausbilden, und es entstanden sphärische oder ellipsoidische, sehr häufig Tropfen-ähnliche Körper, von deren Form man einen Rückschluss auf die Consistenz des Harzes ziehen darf. Sie sind meist nach der Richtung hin, aus welcher sie sich einst ins Astloch der Bernsteinbäume heruntergezogen haben, kegelförmig verlängert. Wenn sie sich schon vor ihrer völligen Erhärtung von ihrer Ursprungsstelle ablösten und zu Boden fielen, platteten sie sich natürlich auf der Unterfläche ab. Zuweilen kam es auch vor, dass sich hierbei irgend ein Gegenstand, z. B. ein Ast, abdrückte; seltener trafen zwei oder

1) R. KLEBS. Aufstellung und Katalog des Bernstein-Museums. Königsberg i. Pr. 1889. S. 36.

mehrere Tropfen gerade aufeinander und verdrückten sich dann gegenseitig. Falls die Ausflussmündung grösser und der Erguss ein reichlicherer war, kamen Stücke zu Stande, welche an die Form mancher Früchte, wie Limonen u. dgl. erinnern; indessen gehören so ansehnliche Exemplare zu den Seltenheiten. R. KLEBS[1]) hat über die Entstehung der Tropfen eine andere Ansicht ausgesprochen, welche sich aus seiner Auffassung über die Bildung des „massiven Steins“[2]) überhaupt ergiebt. Er nimmt an, dass auch die Tropfen durch mehrere Flüsse übereinander entstanden sind, welche sich durcheinander mischten. Wenn dieser Process thatsächlich so vollkommen sich vollzogen hätte, dass nicht einmal mehr die Andeutung zu einer schaligen Structur nachweisbar ist, so setzt dies eine sehr schnelle Aufeinanderfolge der Flüsse, aber auch eine sehr dünnflüssige Consistenz voraus. Ein Harzerguss von dieser Beschaffenheit würde aber nie Tropfen, sondern immer nur lang ausgezogene, zapfenförmige Stücke bilden.

In den meisten Fällen lagen auf der Wundfläche nicht nur eine, regelmässig begrenzte, sondern mehrere, unregelmässig conturirte Ausflussöffnungen. Ueberdies war die Orientirung derselben eine sehr verschiedene; bald befanden sie sich horizontal nach unten oder oben oder nach der Seite hin, bald auch an einer verticalen Fläche u. dgl. m. Je nachdem bildete sich die Harzmasse in Form von flachen, wulstigen, rundlichen oder anders geformten Stücken aus, welche in grosser Mannigfaltigkeit auftreten.

Verfolgen wir nun weiter dieses Harz, welches als durchscheinende, trübe Masse unmittelbar aus den Bäumen zu Tage trat. Hier war es vor allen Dingen der **Einwirkung der Sonne** ausgesetzt, welche es zunächst erwärmte und von den wässerigen Bestandtheilen befreite. Während dieses Processes verlor es die kleinen Bläschen, wurde wieder ganz klar und dünnflüssig, wie Oel, und in diesem Zustand scheint es für die Aufnahme und Conservirung von zarten Pflanzen und Thieren besonders geeignet gewesen zu sein. Ich komme hierauf später noch ausführlich zurück. In diesem leichtflüssigen Stadium tropfte das Harz entweder frei herunter, oder es floss auf einer geneigten Fläche herab. In ersterem Falle bildeten sich Zapfen, um welche herum immer neue Lagen flossen, sodass sie sich dauernd vergrösserten und Stalaktiten-ähnlich die Aeste und Zweige der Bernsteinbäume bekleideten. Dieses Anwachsen geschah nicht in rascher Folge, sondern allmählich, da sich noch heute die einzelnen Schichten der Succinitzapfen deutlich erkennen lassen. Es ist also jeder Umfluss erst mehr oder weniger erhärtet, ehe ein neuer erfolgte, was immerhin auf gewisse Zeitintervalle schliessen lässt. Im anderen Falle bildeten sich am Stamm oder Ast nahezu ebene oder schwach gewölbte Lamellen nach einander und übereinander, die sog. Schlauben des Handels.

An unseren waldbildenden Nadelhölzern können wir auch eine Abklärung des ursprünglich trüben Harzes beobachten. Ich sah z. B. wiederholt zwischen den Borkeschuppen der Kiefernrinde, und auch an anderen Stellen, kleine Harzballen von 2 cm und auch grösserem Durchmesser hervortreten, deren äusserste peripherische Schicht von kaum 0,5 mm Dicke durchaus klar war, während der übrige innere Kern eine starke Trübung zeigte. Das Harz war hier als dickflüssige Emulsion hervorgequollen und erstarrt; später hatte die Sonnenwärme eine Abklärung desselben von aussen nach innen bewirkt. In anderen Fällen zieht sich aus irgend einer kleinen Wunde die trübe Harzmasse in Form von, mehrere Centimeter langen, Zäpfchen herunter. Wenn nun die Sonnenwärme die Oberfläche derselben angreift, so fliesst das geklärte Harz von aussen ab und bildet unten einen kleinen Tropfen. Man sieht also am Baum eine umgekehrte Nadel, deren Stiel trübe und undurchsichtig, und deren Kopf klar und durchsichtig ist. Ausserdem findet man häufig genug an der Oberfläche der Bäume dünne Ueberzüge

[1]) R. KLEBS. Aufstellung und Katalog des Bernstein-Museums. Königsberg i. Pr. 1889. S. 26.

[2]) Man unterscheidet in der Handelswaare vornehmlich Schlauben und massiven Stein, je nachdem die Stücke geschichtet oder massig sind.

von klarem Harz, welche oft einen grossen und zusammenhängenden Raum einnehmen. Wenn diese Stücke härter geworden sind, kann man erkennen, dass sie aus mehreren Schichten bestehen.

Es giebt im Rohbernstein noch eine ganze Reihe von Varietäten, welche eine andere Structur und Farbe besitzen, als die hier erwähnten. Es würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen, wenn ich alle diese behandeln wollte, zumal nicht alle ein botanisches Interesse in Anspruch nehmen; ich verweise daher auf die von O. Helm und R. Klebs hierüber veröffentlichten, chemischen und physikalischen Abhandlungen.

Betrachten wir nun noch den Succinit in Bezug auf das Vorkommen von fremdartigen, **organischen Einschlüssen.** Dieselben finden sich keineswegs in allen, vielmehr nur in ganz bestimmten Varietäten. Selbst unsere Bernsteinwaaren - Fabrikanten wissen sehr wohl, dass der sog. massive Stein, wozu namentlich Platten, Fliesen und Tropfen gehören, nahezu ganz frei von Einschlüssen ist, hingegen zeichnen sich die Schlauben, wozu auch die Zapfen gehören, ganz besonders durch einen grossen Reichthum an organischen Resten aus. Diese Beobachtung wird uns nicht überraschen, nach der vorher gewonnenen Ansicht über die Bildungsweise jener Varietäten. Zunächst ist es selbstverständlich, dass Fliesen und Platten, welche in den lysigenen Räumen des Holzes entstanden und in festem Zustand erst nach der völligen Zersetzung desselben zu Tage gekommen sind, keine Insecten und andere fremde Reste einschliessen können; aber auch die Tropfen und sonstigen Stücke, welche direct aus dem Innern herausquollen, konnten kaum Einschlüsse in sich aufnehmen. Wie schon oben bemerkt, wuchs die ganze Masse des Harzes gewissermaassen von innen heraus, ohne dass etwa über ihre Oberfläche hinweg ein neuer Erguss erfolgte. Wenn nun von aussen wirklich ein Thierchen oder ein angeflogenes Blättchen haften blieb, so konnte es doch nicht eingeschlossen werden, da keine neue Harzmasse von aussen sich ansetzte. Der fremde Körper blieb also im günstigsten Falle an der Oberfläche kleben, wurde aber natürlich bei nächster Gelegenheit, entweder schon am Baum oder später abgestossen bzw. abgerieben. Hingegen besass das, durch Einwirkung der Sonnenwärme klar gewordene, Harz eine so leichtflüssige Beschaffenheit, dass es sich zur Annahme und Einschliessung von angeflogenen Pflanzen- und Thierresten in hervorragendem Maasse qualificirte. Dazu kommt noch, dass sehr häufig mehrere Flüsse aufeinander folgten. Es ist begreiflich, dass Insecten und andere kleine Thierchen, durch die Farbe und den Glanz des Harzes angelockt, herbeikamen, darauf festhafteten und von einem neuen Fluss überrascht wurden. Daher sind die Zapfen und Schlauben in hohem Grad ausgezeichnet durch den Reichthum an Einschlüssen. Ich habe wiederholt in dem abgeklärten Harz unserer Kiefer und Fichte diverse Insecten, namentlich Ameisen gesehen, welche darin völlig eingebettet waren. Einmal bemerkte ich in Schweden in einem solchen Fichtenharz einen ganzen Schwarm von Ameisen. Ausserdem kommen Pflanzenreste, wenn auch seltener vor; doch möchte ich wenigstens ein Beispiel hierfür anführen. Im Kinda-Revier in Oestergoetland war ein Fichtenstamm durch Baumschlag verletzt und zeigte in Folge dessen starken Harzfluss. An mehreren Stellen hatten sich Schlauben-ähnliche Stücke gebildet, und in einem derselben bemerkte ich folgende Pflanzenreste, welche zum Theil oder auch ganz von Harz umgeben waren: Nadeln von *Picea excelsa* Lk., Nadeln und männliche Blüten von *Pinus silvestris* L., ferner Blätter von *Vaccinium Myrtillus* L. und von *Betula*, sowie mehrere Laubmoose und Lichenen.

III. Abschnitt.

Krankheiten der Bernsteinbäume.

Jeder, der auf seinen Wanderungen in Gebirgs- und anderen entlegenen Waldungen die Natur beobachtet, macht die Erfahrung, dass die einzelnen Individuen derselben Baumart eine grosse Mannigfaltigkeit in ihrer äusseren Erscheinung aufweisen. Diese Veränderlichkeit kommt zumeist daher, dass sich die Einflüsse der anorganischen und organischen Natur, welchen jedes Lebewesen mehr oder weniger ausgesetzt ist, auf die einzelnen Bäume verschiedenartig und im Lauf ihrer mehrhundertjährigen Lebensdauer in erhöhtem Maasse geltend machen. Wind und Wetter sind ungleichmässig vertheilt, und zahlreiche Parasiten und andere Factoren wirken unausgesetzt auf den lebenden Baum ein. Wenn er auch durch seine Rinde und Borke bis zu einem gewissen Grade dagegen geschützt wird, so gewinnt die Zerstörung schliesslich doch Raum, greift immer weiter um sich und führt schliesslich sein Absterben herbei. Man kann wohl sagen, dass in solchen Wäldern überhaupt kein einziger Baum existirt, der nicht von dieser oder jener, ja oft von mehreren Krankheiten gleichzeitig befallen wäre.

Aehnliche Verhältnisse herrschten offenbar zur Zeit der Bernsteinbäume. Auch diese befanden sich durchweg in einem pathologischen Zustand, und es wird in Folgendem meine Aufgabe sein, die mannigfachen Krankheitserscheinungen darzustellen, welche sich an ihnen unmittelbar und mittelbar nachweisen lassen. Hierbei sei aber vorweg bemerkt, dass ich den Begriff der Krankheit in weiterem Sinne fasse, insofern ich darunter nicht allein die durch gewisse Pilze und Insecten bewirkten, pathologischen, vielmehr auch alle diejenigen, abnormen Zustände verstehe, welche lediglich durch mechanische Einflüsse hervorgerufen sind. Demzufolge wäre auch zum Theil das schon früher Gesagte über das Vorkommen und Freiwerden des Harzes hierher zu stellen, indessen hielt ich es für opportun, in einem besondern Abschnitt zusammenfassend über das Harz der Bernsteinbäume zu berichten. Zur Vervollständigung soll im Anschluss an die Beschreibung der Krankheiten, welchen die Bäume im Leben ausgesetzt gewesen sind, auch die Zersetzung des todten Holzes in damaliger Zeit geschildert werden.

Was den von mir eingeschlagenen Weg zur Untersuchung der Krankheit betrifft, so ist derselbe ein zwiefacher gewesen. Einmal lassen sich in den Hölzern der Bernsteinbäume Ueberreste der Krankheitserreger selbst, wie z. B. die Hyphen parasitärer Pilze, oder die Symptome der durch sie bewirkten Krankheit, d. h. die für dieselben bezeichnende, makroskopische und mikroskopische Zersetzungserscheinung erkennen. In diesem Falle kann unmittelbar das Vorkommen eines bestimmten Parasiten zur Bernsteinzeit nachgewiesen und ohne Weiteres die Diagnose der Krankheit gestellt werden. Abgesehen hiervon habe ich aber auch im Allgemeinen die in Succinit eingeschlossenen, pflanzlichen und thierischen Reste darauf hin geprüft, ob deren lebende Verwandte unsere Nadelbäume, vornehmlich die

Abietaceen angreifen. Ausgehend von der Ansicht, dass die Lebensbedingungen und die Lebensweise der Organismen in früheren Erdepochen nicht andere als heute gewesen sind, meine ich aus der Existenz gewisser Pflanzen und Thiere im Bernsteinwald auf das Vorkommen bestimmter Beschädigungen an den damaligen Waldbäumen schliessen zu dürfen. Wenn beispielsweise Hylesinen häufig im Succinit gefunden werden, so kann man wohl daraus folgern, dass sie auch zu jener Zeit das Holz der Nadelbäume angebohrt, und hierdurch mehr oder weniger zu Harzausfluss Anlass gegeben haben. Daher gründet sich die hier folgende Darstellung der Krankheiten der Bernsteinbäume einerseits auf ein directes, anderseits auf ein indirectes Beweismaterial.

A. Beschädigungen durch atmosphärische Einflüsse.

Es ist anzunehmen, dass die Atmosphärilien in ähnlicher Weise, wie auf unsere jetzigen Waldbäume, damals auf die Bernsteinbäume eingewirkt haben. Daher wird auch im Bernsteinwald eine Reihe von Phänomenen aufgetreten sein, welche wir heute aus unseren Forsten und unbewirthschafteten Waldungen kennen. Auch ohne dass ein directer Beweis dafür erbracht werden kann, ist es ausser Frage, dass beispielsweise an den Bernsteinbäumen ebenso, wie an den lebenden Kiefern, die **Aestung** vorkam. Im Urwald, wo kein Anflug unterdrückt, oder entfernt wird, schiessen die Keimpflanzen gedrängt bei einander auf, soweit es irgend die Raum- und Beleuchtungsverhältnisse gestatten. Aber mit dem fortschreitenden Wachsthum wird die Lichtzufuhr für die unteren Theile der jüngeren Bäume immer ungenügender, in Folge dessen eine Hemmung in dem Assimilationsprocess eintritt. Die functionslosen Zweige sterben ab und sind einer Zersetzung durch saprophytische Pilze preisgegeben, welche je nach der Baumart, d. h. je nach der Beschaffenheit des Holzes und nach dem Terpentingehalt, in verschiedenem Grade fortschreitet. In diesem Zustand können die Aeste leicht durch Wind oder Schnee, durch Thiere oder andere Agentien abgebrochen werden, und es vollzieht sich hiermit ein Process, den der Forstmann als Reinigung oder Aestung bezeichnet. Nach Rob. Hartig reinigt sich *Pinus silvestris* L. weit früher, als *Picea excelsa* Lk. und *Abies pectinata* DC., weil die unterdrückten Zweige junger Kiefern aus breiten Jahresringen mit lockerem Holz bestehen, welches nach dem Absterben der Zersetzung nur kurze Zeit Widerstand leistet, während die Fichten- und Tannenzweige ein hartes, zähes und widerstandsfähiges Holz besitzen. Daher kann man auch in einem jungen Kiefernbestand die trockenen Aeste mit Leichtigkeit abbrechen, hingegen gelingt es schwerer an Fichten- und Tannenarten. Innerhalb welcher Zeiträume die Bernsteinbäume sich gereinigt haben, lässt sich nach den bisherigen Erfahrungen nicht feststellen. Durch die Reinigung entstehen aber auch Wunden, welche in vielen Fällen zwar durch austretendes Harz geschlossen werden, in anderen Fällen aber die Sporen von Parasiten annehmen, welche sich bei genügender Luftwärme und Feuchtigkeit weiter entwickeln. Diese Wunden der Bernsteinbäume waren zwar im Allgemeinen nicht so beträchtlich, wie viele andere, weiter unten zu beschreibende, aber insofern sie eine ausgedehnte Verbreitung besassen, müssen sie doch hier in Betracht gezogen werden. In späteren Jahren konnte, mit dem Dickenwachsthum des Stammes, der Aststutz, insofern er nicht schon in Folge der Zersetzung zerstört war, vom Holz des Hauptstammes wieder eingeschlossen werden.

Ausserdem giebt es unter dem Succinit auch solche Stücke und Einschlüsse, und zwar sind es in erster Reihe gewisse Holzreste, welche an sich für bestimmte Naturerscheinungen sprechen. Wir dürfen freilich keine grösseren Holzstücke als Zeugen einer verheerenden Wirkung erwarten, allein

auch an kleinen und unscheinbaren Splittern lässt sich der Effect der Naturkräfte aus damaliger Zeit noch heute erkennen. Es wird zunächst meine Aufgabe sein, den Befund im Succinit zu schildern und ihn dann, im Vergleich mit ähnlichen Vorkommnissen der Gegenwart, auf die verschiedenen Ursachen zurückzuführen.

In transparentem Succinit[1]) finden sich zuweilen einzelne, kantige oder flache Splitter mit vorherrschenden Radialflächen, die an ihren Rändern zerrissen und ausgefasert sind (Taf. XV. Fig. 5; Taf. XVI. Fig. 1). Hinsichtlich ihrer Grösse und Gestalt herrscht eine grosse Mannigfaltigkeit, denn ich kenne Exemplare von 10 bis zu 34 mm Länge, bei 1 bis 4,5 mm Breite. Von dem Hauptsplitter gehen unter spitzem oder stumpfem Winkel, gerade oder gebogen, dünnere Partieen ab, welche stumpf endigen oder ausgefasert sind. Manchmal stehen sie am anderen Ende wieder in Zusammenhang mit einem zweiten, ähnlichen Holzstück, in welches sie in schräger Richtung übergehen. Die Splitter kommen nicht immer isolirt, sondern in demselben Stück zu mehreren parallel oder convergent oder auch ganz wirr durcheinander vor; das Gesammtbild spricht oft dafür, dass sie ursprünglich in organischer Verbindung miteinander gestanden haben. Jedenfalls beweisen diese Einschlüsse, dass gewaltige Kräfte auf die Bernsteinbäume eingewirkt und deren Holz mehr oder weniger zerrissen haben. Jene Holzsplitter können aber nicht nur unter der Lupe, sondern auch unter dem zusammengesetzten Mikroskop vortheilhaft betrachtet werden; eine starke Vergrösserung lässt sich allerdings, wegen zu geringer Focaldistanz, nicht anwenden. Diese Prüfung führt nun bei der grossen Mehrzahl der gedachten Einschlüsse zu dem Ergebniss, dass sich vom Hauptsplitter sowohl Tracheïden-Gruppen, als auch einzelne Tracheïden theilweise ablösen, welche selbst unverletzt sind. In der Nähe dieser Splitter und zwischen denselben kommen zuweilen auch isolirte Tracheïden vor, die weniger oder mehr gefaltet und geknickt sind. Sämmtliche Reste zeigen ganz frische Riss- und Bruchflächen, welche frei von jedem Anflug von Staubtheilchen, Spinnfäden und Pilzen sind. Wenn man einen Dünnschliff von den grösseren Splittern anfertigt, so bemerkt man, im Gegensatz zu den anderen Holzresten, dass die Membranen der Tracheïden noch die ursprüngliche Stärke besitzen. Hieraus ergiebt sich, dass das Zerreissen des Holzes schon am lebenden Baum erfolgte, und dass die Splitter im frischen Zustand, wahrscheinlich in loco natali, vom Harz eingeschlossen sind.

Wenn wir nach der Entstehung der erwähnten Holzsplitter fragen, so werden wir, im Hinblick auf ähnliche Vorkommnisse in unseren heutigen Wäldern, unser Augenmerk zunächst auf solche Erscheinungen, wie Baumschlag, Windbruch, Blitzschlag u. dgl. richten müssen. Ich will schon jetzt bemerken, dass die genauere Untersuchung in der That eine Analogie mit den beiden erstgenannten Vorgängen ergiebt, und ich knüpfe daher einige Erläuterungen hierüber an.

Baumschlag. Das individuelle Alter der Bernsteinbäume war zwar hoch, aber immerhin beschränkt. Wie in jedem Urwald, so waren auch im Bernsteinwald die einzelnen Bäume dem allseitigen Angriff von Pilzen und Insecten ausgesetzt, welche von der Wurzel bis zur Krone fortwährend ihr Zerstörungswerk betrieben. Die natürliche Folge war, dass der Baum zuerst in einzelnen Theilen abzusterben begann. Als dieser Vorgang weit genug vorgeschritten war, bedurfte es nur der geringsten Erschütterung, sei es durch Luftbewegung oder durch vorübereilende Thiere, um ihn zu Fall zu bringen. Abgesehen hiervon, wirkten aber auch andere Factoren beim Umwerfen jener Bäume mit, worauf ich noch später zurückkomme.

Wenn der betreffende Baum am Waldrande oder in einer Lichtung stand, so fiel er zu Boden, brach wohl auch auseinander, ohne aber weiteren Schaden anzurichten; hingegen wurde theilweise die Umgebung in Mitleidenschaft gezogen, wenn er sich in einem geschlossenen Bestande befand. Ich habe

[1]) Aehnliche Holzsplitter habe ich auch wiederholt im Gedanit angetroffen.

zweimal einen derartigen Baumfall und seine unmittelbaren Folgen in loco beobachten können. In den ersten Tagen des September v. J. hielt ich mich in den entlegenen Waldungen von Tyllinge in Oestergoetland auf, wo Kiefern und Fichten die vorherrschenden Bäume sind, während Birken, Espen und Eichen nur eingesprengt vorkommen. Diese Waldungen befinden sich, wie der allergrösste Theil der schwedischen Wälder überhaupt, in Privatbesitz, und zeigen bislang leider noch keinen Anfang zu einer forstlichen Bewirthschaftung. Wohin das Auge blickt, sieht es, mitten unter den lebenden, absterbende und abgestorbene Bäume, welche zum Theil oder schon gänzlich der Nadeln entkleidet und mit lang herabfallenden Bartflechten bedeckt sind. Andere liegen am Boden und werden hier nun durch den Einfluss der Atmosphärilien, der Parasiten und Saprophyten vollends zerstört. Hier und da ist zwar ein Baum gefällt, aber nicht weggeräumt, und so darf es nicht Wunder nehmen, dass man oft das beste Nutzholz in Fäulniss begriffen sieht. Ich wählte eine fast völlig abgestorbene, aber noch aufrecht stehende Kiefer von nahezu 20 m Höhe und 1,5 m Umfang in Brusthöhe aus und liess sie, um die Wirkung des Baumfalles selbst beobachten zu können, durch zwei Leute umhauen. Zunächst wurde der Stamm zweimal durchgebrochen, einige Aststücke wurden abgerissen, während andere wiederum in den Kronen benachbarter Bäume hängen blieben. Sodann richtete der fallende Stamm mit seinen Aesten in der Umgebung mannigfachen Schaden an. Nicht allein, dass er fremde Aeste und Zweige verletzte und abriss, schlug er auch an die Stämme der in seiner Fallrichtung stehenden Bäume, fuhr eine kürzere oder längere Strecke an denselben entlang, prallte bei grösseren Hindernissen zurück, um dann nochmals und wiederholt an jene anzuschlagen. Hierdurch wurden lange Streifen Rinde abgelöst, welche dann entweder hängen blieben oder mit fortgeschleudert wurden; manchmal lösten sich auch kleinere oder grössere Holzsplitter ab. Beiderlei Theile konnten hierbei leicht an einen Stamm mit herabfliessendem Harz gerathen und von diesem eingeschlossen werden.

In derselben Gegend, und zwar im Bauernwald von Råstorp unweit Kisa in Oestergoetland, sah ich eine, etwa ebenso starke Fichte, *Picea excelsa* Lk., mit sehr deutlichen Spuren von Baumschlag. Der ganze Baum war wenig über 15 m hoch und zeigte schon im oberen Drittel jene Baumschlagwunden, welche zum Theil senkrecht, zum Theil schräge verliefen und hier und da eine Ausfaserung des Holzes erkennen liessen. Am unteren Ende des Stammes war eine etwa 0,5 m lange Wunde vorhanden, die sich fast bis an die Basis hinzog, und dicht daran lag ein umgebrochener Stamm, zweifellos der Urheber jener Wunden.

Zum zweiten Mal konnte ich die Wirkung des Baumschlages unmittelbar, wie schon auf S. 88 erwähnt, im Amte Zwiesel O. im Baierischen Walde beobachten. Der Bestand wird hier lediglich aus Fichten und Edeltannen gebildet, welche beide durch ein hohes Alter, sowie durch ein sehr regelmässiges und langsames Wachsthum ausgezeichnet sind. Der baierische Staat, welchem diese Waldungen gehören, steht im Begriff, einen regelmässigen Forstbetrieb durchzuführen, allein es giebt gegenwärtig noch einzelne Reviere mit jungfräulichen Partieen, wo man zahlreiche todte Stämme in der Erde wurzelnd oder auch am Boden liegend sieht, welche bisher nie weggeräumt wurden. Der mich begleitende Forstmeister liess u. a. eine gesunde Fichte, *Picea excelsa* Lk., von ca. 23 m Höhe und 1,27 m Umfang, welche mitten im Walde stand, fällen, und ich fand, dass die Wirkung zwar intensiver und weitgehender, aber im Allgemeinen doch ähnlich derjenigen des vorigen Beispieles war. Hauptsächlich wohl aus dem Grunde, weil der umgehauene Baum aus gesundem Holz bestand, schlug er viel kräftiger wiederholt an die benachbarten an, und überdies sprang, beim Aufschlagen desselben auf den felsigen Untergrund, ein grösseres Stück der Länge nach ab. Die Untersuchung der hierdurch freigewordenen Längsflächen bei schwacher Vergrösserung ergab, dass sich grössere und kleinere Tracheïdengruppen, sowie auch einzelne Tracheïden, mit ihrem einen Ende schräge abgelöst

hatten; die Wandungen der Zellen waren unversehrt. Da gleichzeitig eine etwa 5 m hohe Galle geöffnet war, deren dünnflüssiger Inhalt sich über die Wundfläche ergoss, wurden jene Holzsplitter zu einem ähnlichen Präparat eingeschlossen, wie es gewisse Succinitstücke darbieten.

Windbruch. Zu den umfangreichsten und schädlichsten Verheerungen, welche in einem Wald auftreten können, gehören die durch Wind hervorgerufenen. In unseren Nadelwäldern, zumal an deren Lisière und überhaupt an besonders exponirten Orten, sieht man nach jedem Sturm zahlreiche grüne Zweige und Aeste am Boden liegen; heftigere Winde und Orkane können aber weit verderblichere Beschädigungen an den Stämmen selbst bewirken. Wenn ein Wirbelsturm über den Wald hinzieht und die Baumkronen erfasst, werden sie in eine rotirende Bewegung versetzt und auf ihrem Stamm abgedreht. Obwohl das Holz der Coniferen, vermöge seines anatomischen Baues, besonders fest und elastisch biegsam ist, kann es doch oft dieser Einwirkung nicht widerstehen. Die dicksten Stämme werden wie Halme über dem Boden geknickt und liegen dann wie riesige Streichhölzer auf der Erde kreuz und quer durcheinander. Wenn aber die Stämme, vom Wind zu Boden gebogen, nicht abbrechen, werden sie gewöhnlich mit den Wurzeln aus der Erde gehoben und zuweilen noch auf weite Strecken durch die Luft fortgewirbelt. Dies kann ja bei Nadelhölzern um so eher geschehen, als sie keine eigentliche Pfahlwurzel, sondern Seitenwurzeln besitzen, welche nur flach in den Boden gehen, und daher den Baum nicht in dem Maasse als jene zu stützen vermögen. Wo Windbruch auftritt, — und er ist immer örtlich beschränkt — bleibt kaum ein einziges Individuum völlig verschont, und es gewährt einen eigenthümlichen Anblick, wenn man in grösserem Umkreis nur Baumstümpfe von 1 bis 4 m Höhe, daneben die abgedrehten Stämme mit den Kronen und ganze Bäume, zuweilen mit den Wurzeln nach oben gerichtet, wirr durch einander liegen sieht. Ich habe mir erst eine Vorstellung von der Vehemenz des Wirbelsturms und von seinem vernichtenden Einfluss auf die Baumwelt bilden können, nachdem ich mehrere Gebirgswälder aufgesucht, wo vor kürzerer oder längerer Zeit solche Windbrüche stattgefunden hatten. Die grossartigsten Beschädigungen dieser Art sind im Baierischen und im Böhmerwald durch einen Orkan verursacht worden, welcher im Jahre 1870 in der Nacht vom 26. auf den 27. October durch nahezu zwei Stunden wüthete. Zwischen dem grossen und kleinen Falkenstein auf der baierischen Seite, in einer Höhe von 1300 bis 1400 m, wurde eine Partie von 66 Hectar, welche dazu bestimmt war, im Urwaldzustand erhalten zu bleiben, so völlig zusammengeworfen, dass auch nichts stehen blieb. In geringerem Maasse habe ich Windbruch am Rachelsee und an einigen anderen Stellen auf der baierischen Seite gesehen, wo jetzt aber Abräumungsarbeiten durch die Königliche Forstverwaltung eifrig betrieben werden. Viel erheblicher war der Schaden auf der böhmischen Seite. Als ich im Sommer 1889 den Lusen bestieg, konnte ich noch in der Ferne die enormen Windrisslöcher vom Jahre 1870 erkennen, denn erst allmählich beginnt ein junger Anflug die vorhandenen Lücken wieder auszufüllen. Ueber den Windbruch auf der Domäne Winterberg verdanke ich dem Fürstlich Schwarzenberg'schen Forstmeister Herrn Alois Nedobitý in Winterberg in Böhmen folgende, handschriftliche Mittheilung:

„Was durch Jahrhunderte das ungestörte Walten der Natur an Grossartigkeit in diesen Wäldern geschaffen, das zerstörte binnen weniger Augenblicke ein furchtbares Element, ein Orkan, welcher sich um Mitternachtszeit des 26./27. October 1870 in westlicher Richtung mit einer solchen Vehemenz erhob, dass Aehnliches unsere Waldgeschichte bisher nirgends zu verzeichnen vermag. Am Morgen des 27. October lagen auf der ganzen Domäne über 300000 Klafter Holzmasse zu Boden geworfen und gebrochen. Was war nun zu thun, um bei der Grossartigkeit dieser Waldverheerungen den Schaden möglichst zu paralysiren? Bei der Unzulänglichkeit der einheimischen Arbeitskräfte und Absatzverhält-

nisse mussten aus aller Herren Länder fremde Waldarbeiter herangezogen werden. Strassen wurden in die Wälder allenthalben gebahnt, Dampf-Locomobilen und Wasser-Brettsägen gebaut, Wasserreservoirs und Holzriesen errichtet und zahlreiche Pferde- und Ochsenbezüge nebst dem massenhaft aus Nah und Fern requirirten Accordfuhrwerk in der forstämtlichen Regie beigeschafft. Kurz es mussten alle möglichen Wege und Hunderttausende von baaren Geldmitteln aufgeboten werden, um nur möglichst rasch die geworfene Holzmasse aufzuarbeiten und aus den Wäldern zu schaffen. Doch das, was vorauszusehen war, blieb als natürliche Folge des Windbruchs nicht aus. Begünstigt durch die ausserordentlich warme und trockene Witterung der Sommer 1871 und 1872 entwickelte sich in den überrestlichen Windbrüchen, Holzabfällen und in den in ihrem Wurzelsystem gehobenen oder erschütterten, daher krankhaften Stämmen am Stock allenthalben der Fichten-Borkenkäfer, *Bostrichus typographus* L., welcher in den Jahren 1872 bis 1874 die vom Sturm verschont gebliebenen Waldbestände angegriffen und in einer trostlosen, Schauer erregenden Weise verheert hat. Abermals mit Aufgebot aller möglichen einheimischen und fremden Arbeitskräfte und der empfindlichsten Geldopfer mussten die Forstmänner gegen dieses neue Uebel den Kampf aufnehmen und, unter Anwendung aller bekannten Vertilgungs- und Vorbeugungsmaassregeln, auf thunlichste Behebung der Borkenkäfer-Calamität lossteuern, welche auf der Domäne Winterberg die nicht unbedeutende baare Geldsumme von 194795 Fl. verschlungen hatte. Die in den Jahren 1871 bis 1877 in den Herrschafts-Waldungen aufgearbeitete Windbruchs- und Borkenkäfer-Holzmasse bezifferte sich auf 635568 Klafter, wovon auf das Schattawaer Revier incl. Mitterberg 118800 Klafter entfielen."

Aus diesem amtlichen Bericht geht hervor, dass durch Windbruch in der That enorme Beschädigungen auf einem grossen Areal hervorgerufen werden können. Glücklicher Weise treten ja Verheerungen dieser Art nur als Ausnahme auf, aber in geringerem Grade kommen Windbrüche gar nicht selten vor. Ich entsinne mich, die Wirkung dieses Phänomens in allen Waldungen gesehen zu haben, welche einer regelmässigen, forstlichen Bewirthschaftung nicht zugänglich sind, z. B. in verschiedenen Theilen des Riesengebirges, auf den Seefeldern in der Grafschaft Glatz, im Altvatergebirge, in der Hohen Tatra unweit des Csorba-Sees und im Kinda-Revier (Belauf Gaddstigen) in Oestergoetland. Grosse Verheerungen verursachte auch ein Windbruch durch Föhn im October 1885 in den Nadelwaldungen im Wetterstein- und Karwendelgebirge. Ende Januar d. Js. wurde der Spessart von einem heftigen Sturm heimgesucht, welcher arge Verheerungen angerichtet hat. Nach einer Mittheilung des Directors der Königl. Forstlehranstalt in Aschaffenburg, Herrn Regierungsrath Dr. Fürst, ist dort in den Fürstlich Löwenstein'schen Waldungen eine interessante Beschädigung vorgekommen. Der Sturm hat nämlich von einem etwa hundertjährigen, gut geschlossenen, langschaftigen Buchenbestande eine Fläche von ca. 3 ha vollständig umgeworfen; alle Stämme liegen, mit dem Ballen aus der damals stark durchweichten Erde gerissen, ziemlich genau in der Richtung gegen Ost. Aber auch die Waldungen unseres Flachlandes bieten manches Beispiel für Windbruch dar, obschon die Schäden hier durch die ordnende Hand des Forstmannes bald ausgeglichen werden. So fand im Sommer 1877 in der Königl. Oberförsterei Schönebeck im Kreise Niederbarnim ein Windbruch statt, durch welchen mehr als 40000 Cubikmeter Kiefern-Asthölzer gebrochen wurden.

Betrachten wir nun die Einwirkung des Windbruches auf das Holz der Bäume. Wie erwähnt, setzt sich der Wind in die Baumkrone und dreht lebende Bäume von einem bis zwei Meter Stammumfang in kürzester Zeit ab. Der hieraus resultirenden, ungeheuren Kraft entspricht auch die Wirkung am Holz. Die Wundflächen des stehengebliebenen Stockes und des am Boden liegenden Stammstückes sind splitterig, und zwar ragen manchmal grosse Zacken von 0,5 bis 1 m Länge hervor. Bei der Torsion des Baumes haben sich diese Splitter oft schalig, d. h. im Sinne der Jahres-

ringe abgelöst, oder aber sie sind in der Richtung der Markstrahlen gespalten. Meistens sind diese grösseren und kleineren Splitter nicht völlig isolirt, sondern hängen noch durch dünne Holzfasern, die schräge von einem zum andern gehen, zusammen. Oft sind sie auch während einer kürzeren oder längeren Strecke zusammengedreht, wie etwa die einzelnen Theile eines Peitschenstockes. Bei diesem gewaltsamen Process des Abdrehens wurden andere Theile gänzlich aus dem Holzverbande ausgelöst und liegen jetzt wie Scheite und Späne im engeren und weiteren Umkreise der Bäume am Boden. Es ist von vorneherein zu vermuthen, dass die Wirkung des Windbruchs auch im mikroskopischen Bilde nachweisbar sei. Wenn man die hierbei entstandenen Rissflächen unter der Lupe betrachtet, sieht man dieselben häufig ausgefasert, zumal falls sie tangential verlaufen. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass sich Gruppen von Tracheïden und einzelne Tracheïden von der Unterfläche abgelöst haben und frei herausragen. In seltenen Fällen waren sie verbogen und gequetscht, aber nie habe ich bemerkt, dass ihre Wand verletzt gewesen wäre. Wenn nun, wie es oft vorgekommen sein mag, Harzgallen durch den Bruch des Stammes freigelegt wurden, so konnten im Gefolge des eintretenden Harzergusses analoge Einschlüsse entstehen, wie sie uns auch im Succinit vorliegen.

Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich, dass die nach ihrem makro- und mikroskopischen Bilde oben geschilderten Holzsplitter im Succinit eine grosse Aehnlichkeit mit den Erzeugnissen des Baumschlages und Windbruches in unseren heutigen Waldungen besitzen. Obschon man im Allgemeinen sagen kann, dass die durch Baumschlag entstehenden Splitter einfachere Formen, als die durch Windbruch erzeugten, darstellen, so halte ich es doch in sehr vielen Fällen für unmöglich, beide von einander zu unterscheiden. Man geht aber gewiss nicht fehl in der Annahme, dass die in Rede stehenden Splitter auf das Vorkommen jener beiden Naturerscheinungen im Bernsteinwald schliessen lassen.

Wenn ich an einer früheren Stelle dieses Capitels erwähnte, dass bei der grossen Mehrzahl der gedachten Holzsplitter die einzelnen Tracheïden unverletzt sind, so geht hieraus schon hervor, dass sich eine Minderheit derselben anders verhält. In der That giebt es einige Holzsplitter, die, mit blossem Auge betrachtet, den anderen ganz ähnlich sehen, aber mikroskopisch insofern verschieden sind, als auch die Tracheïden selbst, entweder an einem Ende oder in der Mitte durchrissen und mit unregelmässigen Wundrändern versehen sind. Wie gross auch die Vehemenz sein mag, die beim Windbruch das Holz auseinanderreisst, so habe ich doch nie eine wesentliche Verletzung der Zellmembran selbst wahrgenommen. Dieser Vorgang setzt die Thätigkeit anderer Factoren voraus, und ich werde unten nachweisen, dass bei Blitzschlägen in der Gegenwart ganz ähnliche Splitter mit gesprengten Zellwänden entstehen.

Blitzschlag. Man hat von Alters her behauptet, dass nur einzelne Baumarten vom Blitz getroffen werden, während andere mehr oder weniger verschont bleiben. Dem gegenüber ist zu bemerken, dass allerdings gewisse Bäume, wie z. B. Pappeln, bevorzugt zu werden scheinen, jedoch spricht die allgemeine Erfahrung dafür, dass alle Baumarten betroffen werden können. Jedenfalls kommen Blitzschläge an Kiefern und Fichten nicht selten vor, wie ich namentlich in Schweden und im Böhmerwald selbst beobachtet habe. Der Blitzstrahl tritt entweder an der höchsten Spitze des Gipfels, oder an einem Aststumpf oder sonst an irgend einer Stelle ein, bricht jüngere Aeste ab und durchschlägt die Rinde. In Folge dessen werden einzelne Stücke der letzteren abgesprengt und der Holzkörper gespalten; ausserdem hebt sich die Rinde an den Rändern vom Stammholz ab. Gerade an der Eintrittsstelle pflegt die Zerstörung von Rinde und Holz am Intensivsten zu sein; die Rindenfetzen sind noch hier und da am Stamme hängen geblieben, nach aussen zurückgebogen und ragen frei in die Luft hinein. Wie man experimentell nachgewiesen hat, sind alle Theile der Rinde und des Holzes schlechte Leiter,

aber relativ am Besten leitet noch das saftreiche Cambium. Daher bewegt sich das electrische Fluidum in dieser Schicht zwischen Rinde und Holz abwärts und bewirkt durch schnelle Erwärmung ein Verdampfen der ganzen oder eines Theiles der im Cambium und in den benachbarten Schichten vorhandenen Flüssigkeit. Der hierdurch in grosser Menge erzeugte, in Spannung befindliche Wasserdampf wirft nach einer oder auch nach mehreren Seiten einzelne Rinden- und Holzstücke ab, und man sieht oft die abgeschälten Rindenstreifen, sowie die herausgerissenen Holzsplitter, noch in 50 und mehr Meter Entfernung am Boden liegen. Die Risse im Holzkörper verlaufen gewöhnlich parallel den Markstrahlen und parallel den Jahresringen, d. h. in derjenigen Richtung, wo die Festigkeit des Holzes am Geringsten ist; seltener spaltet es nur in einer dieser beiden Richtungen. Hiernach variirt auch die Form der entstehenden Holzscheite, welche entweder radiale bezw. tangentiale Leisten bilden oder stab- und faserförmig zerspällt sind. Seltener kommt es vor, jedoch ist die Beobachtung an verschiedenen Laubbäumen und an Kiefern gemacht worden, dass die Rinde im ganzen Umfang des Stammes abgeschält und dass das gesammte Splint- und Kernholz aufgeblättert bezw. zersplittert wird. Um aus der Cambialschicht in die Erde zu gelangen, muss das electrische Fluidum eventuell nochmals die Rinde durchschlagen, und in diesem Falle pflegen wiederum erhebliche Zerschmetterungen stattzufinden; andernfalls wird es durch die Wurzeln unmittelbar in den Boden geleitet, wobei diese oft gespalten und herausgerissen, und überdies Erdmassen aufgeworfen werden. Wenn die durch Blitzschlag bewirkten Verletzungen, wie in vielen Fällen, nicht erheblich sind, so überstehen die Bäume sie ohne Nachtheil, indem die Wundränder allmählich überwallt und ganz geschlossen werden. In anderen Fällen aber kann, nicht allein durch mechanische Beschädigung, sondern auch durch starke Erhitzung und dadurch bewirkte Vertrocknung der Gewebe, der Tod des Baumes in kurzer Zeit herbeigeführt werden.

Im Volksglauben herrscht die Vorstellung, als springe eine zündende Flamme aus der Wolke in die Baumkrone und fahre von dort an der Oberfläche des Stammes herunter. Allein es sind mit Sicherheit bisher keine Fälle bekannt geworden, wo thatsächlich grünende Bäume entzündet wurden; ebensowenig ist eine Verkohlung des gesunden Holzes oder der Rinde beobachtet worden, vielmehr besitzen beide, nach einem kürzlich erfolgten Blitzschlag, noch die frische Färbung.

Wenn wir uns die durch Blitzschlag erzeugten, grösseren und kleineren Holzscheite näher ansehen, so werden wir lebhaft an die Holzzerstörungen in Folge von Baumschlag und Windbruch erinnert. Wir finden einerseits flache, im Sinne der Jahresringe oder auch der Markstrahlen gespaltene oder gerissene, und anderseits kantige oder unregelmässig begrenzte, splitterige Stücke; dieselben verlaufen selten ganz gerade, sondern sind gewöhnlich an dem freien Ende ein- oder mehrmals nach aussen gebogen oder geknickt. Sehr häufig hängen zwei auch mehrere solche Scheite durch eine oder mehrere schräge verlaufende Holzfasern mit einander zusammen. An den Spitzen und Seitenrändern sind die Splitter fast immer ausgefasert, und die breiten Rissflächen zeigen gleichfalls meist ein wolliges Aussehen. In anschaulicher Weise hat R. Caspary[1]) in natürlicher Grösse einen Splitter von einer canadischen Pappel an der Kosse bei Königsberg i. Pr., *Populus monilifera* Ait., abgebildet, welche am 13. Mai 1860 vom Blitz getroffen wurde. Die Art der Zerschmetterung ist von der eines Nadelbaumes nicht zu unterscheiden, und ich entsinne mich wiederholt ähnliche Spaltungsstücke von Coniferen im Freien und in forstbotanischen Sammlungen gesehen zu haben. Anderseits muss ich aber bemerken, dass an solchen einzelnen Splittern, mit unbewaffnetem Auge, keine Verschiedenheit vom Baumschlag nachgewiesen werden kann. Gewisse Exemplare lassen sich allerdings als einem Blitz- oder Baumschlag

---

[1]) R. Caspary. Mittheilungen über vom Blitz getroffene Bäume und Telegraphenstangen. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft in Königsberg. XII. Jahrg. 1871. Königsberg 1872. S. 69. Taf. VII.

zugehörig erkennen, allein nach meinen bisherigen Erfahrungen halte ich es für unmöglich, dies makroskopisch in jedem einzelnen Falle zur Entscheidung zu bringen. Sobald grössere Abschnitte des Stammes oder gar der ganze Baum vorliegt, ist es natürlich unschwer auszusagen, welche Kraft eingewirkt hat.

Von besonderer Wichtigkeit ist nun das Ergebniss der mikroskopischen Prüfung dieser Holzsplitter. Es zeigt sich nämlich, dass durch Einwirkung der Elektricität nicht allein der Zusammenhang der sonst unversehrten Zellschichten hier und da gelockert und durch Spaltung aufgehoben, sondern dass auch die Zellen selbst zersprengt und in sich zerrissen sind. Wenn diese Erscheinung auch nicht ganz allgemein auftritt, so ist sie doch sehr verbreitet und erstreckt sich sowohl auf die Tracheïden, als auch auf die Strahlenzellen. Diese Beobachtung, welche beiläufig auch von R. Caspary (a. a. O.) gemacht wurde, beweist auf das Evidenteste, dass die sprengende Kraft von innen nach aussen gewirkt hat, was mit der oben gegebenen Deutung in Einklang steht.

Hiernach meine ich, dass die Entstehung der oben gedachten Splitter mit zerrissenen Membranen im Succinit auf Blitzschläge zurückzuführen ist, während die anderen, vorher erwähnten Splitter mit möglichst unversehrten Wandungen auf Baumschlag und Windbruch hindeuten. Obschon freilich a priori anzunehmen ist, dass sich auch Gewitter über dem Bernsteinwalde entluden und dass Blitze in die grünenden Bäume einschlugen, so scheint es mir doch von Interesse zu sein, dass man aus winzigen Holzresten auf das Vorkommen dieser Phänomene in jener, längst entschwundenen Zeit ohne Zwang zurückschliessen kann.

Waldbrand. In dem vorstehenden Abschnitt habe ich ausgesprochen, dass bisher kein Fall bekannt geworden ist, in dem der gesunde Baum vom Blitz entzündet wurde; jedoch kennen wir eine Reihe von anscheinend zuverlässigen Beobachtungen, dass pilzkranke und hohle Bäume, nach erfolgtem Blitzschlag, Feuer gefangen haben. Nach Killias[1]) hatte ein Blitzschlag bei Chur im Sommer 1861 einen alten Birnbaum entzündet, welcher vom Boden bis zur Krone hohl war; der Hohlraum öffnete sich zwischen dem Ursprung der Aeste nach aussen. Der Blitz fuhr oben in die Höhlung hinein und trat an der Basis zwischen zwei Wurzelästen wieder heraus, wo er auch einige Späne absplitterte. Sofort schlugen die Flammen oben zur Höhlung heraus, und Rauch drang unten am Grunde des Baumes hervor. Caspary, welcher diesen Fall a. a. O. selbst mitgetheilt hatte, äusserte später[2]) starke Zweifel an der Zuverlässigkeit der Beobachtung; aus der Literatur lässt es sich jetzt schwer entscheiden, ob diese Zweifel begründet gewesen sind. Im weiteren Verfolg theilte er aber selbst eine andere Angabe mit, die von einem durchaus zuverlässigen Förster herrührt. Derselbe hat es während seiner 20jährigen Dienstzeit in einem ostpreussischen Revier dreimal erlebt, dass alte Kiefern, die im Innern hohl, schwammig und zugleich kienig waren, vom Blitz entzündet und ausgebrannt wurden. Die Stämme waren durch zwei Gewitter in der Nacht entzündet und brannten, trotz starken Regens, noch am folgenden Tage. Wenngleich der erwähnte Förster nicht Augenzeuge gewesen ist, so scheint seine Darstellung doch vollständig der Wahrheit zu entsprechen. Denn, wenn die Bäume in ihrer Höhlung durch Menschenhand entzündet wären, hätte der Brandstifter sie in sehr beschwerlicher Weise ersteigen und das Feuer durch die oberen Oeffnungen hineinwerfen müssen.

Ein weiterer Fall ist von Beyer[3]) an einer Eiche beobachtet worden. An der Chaussee von Thiergarten nach Wohlau in Schlesien stand eine etwa 300jährige Sommereiche, *Quercus pedunculata* Ehrh.,

---

1) Sitzungsberichte der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. 1862. S. 13.

2) R. Caspary. Mittheilungen über vom Blitz getroffene Bäume und Telegraphenstangen. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. XII. Jahrg. 1871. Königsberg 1872. S. 69.

3) Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. XVIII. Jahrg. Berlin 1876. Sitzungsbericht vom 28. Januar 1876.

von nahezu 3 m Umfang. Sie machte zwar äusserlich einen lebensfrischen Eindruck und war durchweg mit dem üppigsten Laube bedeckt, jedoch erwies sie sich als kernfaul und im unteren Theile sogar hohl. Das durch Pilze stark zersetzte Holz des Innern konnte durch ein brennendes Streichholz wie Zunder leicht entflammt werden. Ende Mai 1873 traf ein Blitzstrahl den Gipfelast und glitt an der Aussenseite des astlosen Stammes herunter, bis er auf ein Spechtloch stiess, durch welches er in das morsche Innere gelangte und dieses in Brand steckte. Alsbald entwickelte sich, trotz des heftigen Regens, eine hohe Rauchsäule, welche vom Dorfe aus bemerkt wurde. Die intensive Hitze verursachte in dem Stamm mehr als handbreite Spalten, durch welche das auf den Innenraum sich beschränkende Feuer hervorleuchtete.

In wärmeren Klimaten, wo zugleich eine grössere Trockenheit herrscht, kommt es wohl häufiger vor, dass abgestorbenes, trockenes Holz, welches noch am Stamm haftet, oder auch alte Blattstiele bei Palmen vom Blitz entzündet werden. CASPARY theilt (a. a. O.) hierüber mehrere Beobachtungen an *Terminalia, Phoenix* und *Borassus* mit und gelangt auch zu der Ansicht, dass der Blitz frisches, lebendes Holz nicht entzündet, wohl aber abgestandenes und faules, wenn es genügend trocken ist; dieses findet sich aber hauptsächlich im Innern von hohlen Bäumen vor. Hier sitzen ja auch jene zunderartigen Pilzgewebe, welche schon durch einen Feuersteinfunken zum Schwelen gebracht werden und deshalb in früherer Zeit zu Feuerzeugen benützt wurden.

Wenn schon aus diesen allgemeinen Betrachtungen hervorgeht, dass in jedem Urwald, also auch im Bernsteinwald, zuweilen hohle Bäume oder auch todtes Holz durch Blitzschlag entzündet werden konnten, was dann einen kleineren oder grösseren Waldbrand zur Folge gehabt hat, so meine ich, dass auch der Succinit selbst einen Beleg hierfür darbietet. Es finden sich nämlich, obwohl nicht häufig, schwärzliche Stücke mit zahlreichen Sprüngen im Innern; und zwar kenne ich solche Vorkommnisse aus den Sammlungen des hiesigen Provinzial-Museums, besonders aus der Collection HELM. Die meisten mir vorliegenden Exemplare haben eine kantige oder rundliche Gestalt und erreichen die Grösse eines Hühnereies, hingegen ist ein anderes Stück flach und misst etwa 5.5 und 7,0 cm Durchmesser in der Hauptebene. Alle Stücke besitzen eine feste, schwärzliche Rinde, deren Dicke ich in vielen Fällen nur auf 0,1 mm schätze; in anderen mag sie auch bis 1 mm stark werden. Im Innern sind alle Exemplare durchsichtig und mehr oder weniger roth gefärbt, und zwar ist die peripherische Zone dunkelroth, während die Färbung centripetal an Intensität verliert und häufig in das gewöhnliche Rheinweingelb übergeht. In manchen Stücken, von der Grösse eines Kiebitzeies, erkennt man ringsum von aussen nach innen, in gleichmässiger Entwickelung, eine schwärzliche Zone von 1,5 bis 2 mm Dicke, darauf folgt eine schmale, rothe Zone von etwa 1 mm Stärke, und das ganze Innere ist klar gelb. Eine bemerkenswerthe Erscheinung bilden die zahlreichen Sprünge, welche in fast allen Stücken angetroffen werden. Die Sprungfläche stellt gewöhnlich eine Ebene dar, zuweilen entspricht sie aber ungefähr dem Mantel eines sehr stumpfen Kegels, d. h. ihr Centrum liegt vertieft bzw. erhöht. Die Flächen selbst sind nicht glatt, sondern zeigen excentrisch-radiale, oft gabelig getheilte Streifen; die Umgrenzung ist mehr oder weniger kreisförmig. Die einzelnen Sprünge desselben Stückes liegen in verschiedenen Ebenen, jedoch herrscht häufig eine Ebene vor; die Grösse der ersteren ist, vornehmlich in verschiedenen Stücken, wechselnd. In den meisten Fällen bewirken diese Sprünge, vermöge der darin eingeschlossenen dünnen Luftschicht, ein Irisiren; ausserdem zeigen aber viele Exemplare eine Fluorescenz-Erscheinung.

Die hier geschilderten Stücke erwecken den Eindruck, als ob sie dem Feuer ausgesetzt gewesen wären; auch schon früher sind solche dafür angesprochen worden. Es entsteht nun aber die Frage, ob sie bereits im Bernsteinwald durch Waldbrand oder vielleicht erst viel später durch Menschen-

hand entzündet wurden. Vorweg würde das Auffinden eines angebrannten Stückes in der blauen Erde hierfür entscheidend sein; wenn dies bisher noch nicht geschehen ist, so darf man nicht unberücksichtigt lassen, dass erst in neuerer Zeit solchen Vorkommnissen in loco grössere Aufmerksamkeit zugewendet wird. Die oben erwähnten Exemplare des Provinzial-Museums in Danzig rühren durchweg aus Handelswaare her und sind grösstentheils dem Fundort nach unbekannt. Das eine flache Stück aber, welches offenbar auch schon gereinigt ist, besitzt an mehreren, tiefer gelegenen Stellen eine feste Rinde, welche unter der Lupe chagrinartig erscheint. Dies spricht dafür, dass dasselbe, nachdem es im Feuer gelegen, unmittelbar oder mittelbar in die See gerathen und hier im Sande hin- und hergerollt ist. Allerdings erhellt hieraus noch nicht, dass der fragliche Succinit direct aus der blauen Erde ins Meer gelangt ist, vielmehr könnte derselbe inzwischen auch durch Menschenhand angebrannt und später ins Wasser gerathen sein.

Um nun selbst eine Ansicht über die Art und Weise der Einwirkung des Feuers auf Succinit zu gewinnen, habe ich zwei Reihen von Versuchen mit ähnlichen, klaren Stücken angestellt. Einen Theil derselben gab ich unmittelbar einem schwachen Holzfeuer Preis, und bemerkte nun, dass sie von aussen ziemlich schnell abschmolzen, ohne überhaupt eine Rinde zu bilden. Die anderen Stücke setzte ich etwa unter ähnlichen Umständen, wie sie am Boden des Bernsteinwaldes offenbar existirt haben, d. h. in leichter Hülle von feuchtem Moos, Holzmehl und Erde, dem Feuer aus. Dasselbe hatte in diesem Falle nicht unbehinderten Zutritt, und die Folge davon war, dass die Stücke nicht mit heller Flamme brannten, sondern nur schwelten und dabei eine schwärzliche Rinde ansetzten. Als ich die Emballage wieder entfernte, zeigten sich im Innern zahlreiche Sprünge von ganz ähnlicher Beschaffenheit, wie die vorher geschilderten; und zwar kamen sie in desto geringerer Zahl, aber grösserer Ausbildung vor, je unvollkommener die Verbrennung gewesen war. Es ist nun schlechterdings nicht anzunehmen, dass Hirten oder andere Leute, wenn sie Bernstein fanden, denselben erst einhüllten, ehe sie ihn ins Feuer warfen, und daher meine ich, dass die mir bekannt gewordenen Stücke mit schwärzlicher Rinde bereits in angebranntem Zustand in die blaue Erde gelangt sind, d. h. also schon im Bernsteinwald dem Feuer ausgesetzt gewesen sein müssen. Ich will aber keineswegs bestreiten, dass in der Handelswaare auch andere Stücke vorkommen mögen, welche erst nachträglich, d. i. in historischer Zeit, angebrannt sind. Jedenfalls unterstützen einzelne Bernsteinvorkommnisse die Annahme, dass im Bernsteinwald, wahrscheinlich in Folge von Blitzschlägen, zuweilen Feuer ausgebrochen ist, wodurch das bereits erhärtete und am Erdboden liegende Harz angebrannt wurde. Hier lag es in der schützenden Moos- und Mulmdecke, und konnte daher nicht hell aufflammen, sondern nur leicht anschwelen. Ein solches, am Boden hinlaufende Feuer, welches durch Blitzschlag in pilzkranke Bäume oder durch andere Factoren hervorgerufen war, hat aber zweifellos in geringerem oder in grösserem Umfange Beschädigungen und Zerstörungen im Bernsteinwald bewirkt. Von der Intensität und Zeitdauer des Feuers hängt der Grad der Beschädigungen ab; aber auch die verschiedene Beschaffenheit der Rinde und Borke übt einen Einfluss hierauf aus. Es ist bekannt, wie R. HARTIG[1]) sagt, dass in älteren Kiefernbeständen die unteren Borketheile ganz schwarz und verkohlt sein können, ohne dass die Cambialschicht, welche durch die, die Wärme schlecht leitende Borke geschützt ist, getödtet wird. Dagegen sind dünnrindige Bäume in hohem Maasse empfindlich gegen Feuer, und man kann sich durch wenige Einschnitte in die Rinde überzeugen, ob diese getödtet ist. Freilich werden selbst jüngere, armdicke Stangen, deren Rinde unten ringsherum verbrannt ist, im nächsten Frühjahr wieder grün, aber sie trocknen später völlig ab.

---

[1]) ROB. HARTIG. Lehrbuch der Baumkrankheiten. Berlin 1882. S. 189.

Schon Berendt[1]) spricht einmal die Behauptung aus, dass zur Bernsteinzeit ein Theil der Waldwildniss durch zündenden Blitzstrahl in Kohle verwandelt sei. Obwohl dieser Satz nach den obigen Mittheilungen unzweifelhaft richtig ist, so ist doch der Beweis, welchen er dafür beibringt, hinfällig. Er und andere ältere Autoren nehmen nämlich an, dass das braune oder schwärzliche Aussehen mancher Bernsteinhölzer durch Feuer verursacht sei; in Wirklichkeit ist dies aber auf die Thätigkeit von parasitischen Pilzen zurückzuführen, auf welche ich später zu sprechen komme. Die eigentlichen Belegstücke für den Waldbrand zur Bernsteinzeit, d. h. die eigenthümlichen, schwärzlichen Stücke Succinit, sind früher nicht beachtet worden.

Vergrauung. Ausser den oben erwähnten Holzsplittern, deren Entstehung auf Baumschlag und Windbruch, bzw. Blitzschlag zurückzuführen ist, treten im Succinit noch andere, in Form dünner Lamellen auf, welche sich im Sinne der Jahresringe vom Holzkörper abgelöst haben (Taf. XV. Fig. 6 und 7; Taf. XVI. Fig. 2 und 3). Sie sind eben oder schwach gewölbt, länglich-abgerundet und am oberen und unteren Ende gewöhnlich faserig; sie sind äusserst dünn, sodass sie bei durchfallendem Licht transparent erscheinen, zumal sie fast immer in klarem Succinit liegen. Ihre Grösse ist sehr variabel; ein dem Westpreussischen Provinzial-Museum gehöriges Stück, welches übrigens schon Goeppert[2]) abgebildet, aber nicht richtig gedeutet hat, besitzt eine Oberfläche von 17 qcm. Die von ihm bemerkten Rindentheile, welche der Lamelle anhaften sollen, habe ich nicht auffinden können. Da seine Zeichnung das Charakteristische der Erscheinung nicht wiedergiebt, so habe ich eine andere Abbildung desselben Stückes auf Taf. XV. Fig. 6 gegeben. Uebrigens habe ich in den beiden ersten Abschnitten schon wiederholt dieser Holzlamellen gedacht, da fast allen Tangentialansichten, welche Goeppert von seinen Bernsteinhölzern giebt, derartige Holzreste zu Grunde liegen, so namentlich auch den Originalen zu seinen Species: *Pinites Mengeanus* (a. a. O. Taf. XI. Fig. 81. 82. und Taf. XII. Fig. 83. 84.) und *P. radiosus* (Taf. XII. Fig. 86.). Da er weder Dünnschliffe noch Dünnschnitte von den Hölzern der Bernsteinbäume anfertigte, so gewährten ihm wenigstens diese natürlichen Präparate ein zusammenhängendes Bild von der Tangentialfläche der Bernsteinhölzer.

Wenn man den Bernstein senkrecht zu einer Tangentiallamelle anschleift und gegen das Licht hält, so erkennt man gewöhnlich schon mit unbewaffnetem Auge, dass sie auf der gewölbten Oberfläche ausgefasert ist, während die Unterfläche meist glatt verläuft. Nach der mikroskopischen Untersuchung kann man verschiedene Ausbildungsweisen dieser Lamellen unterscheiden. In den durch die Figur 7 auf Taf. XV und durch die Figuren 2 und 3 auf Tafel XVI veranschaulichten Fällen haben sich einzelne Tracheïden von der Holzfläche abgehoben und in schwachem Bogen nach aufwärts gekrümmt. Nur selten hängen zwei oder drei, kaum mehr Tracheïden mit einander zusammen und schliessen zuweilen auch noch Rudimente eines Markstrahls zwischen sich ein. An dem zuerst genannten Exemplar sind die Tracheïden, sowohl in der zusammenhängenden Holzlage als auch an ihren freien Enden, zum Theil hyalin oder, zufolge Luftgehaltes, grau, zum Theil bräunlich gefärbt. In dem anderen Stück hingegen zeigen sie in ihren hervorragenden Enden eine braune Farbe, während die Holzunterlage meist farblos ist. Da nun diese braunen Enden nahezu parallel nebeneinander liegen, so erscheint die Oberfläche des Holzes wie mit einem haarigen oder wolligen Ueberzug bekleidet. Es wird daher schon für das blosse Auge ein eigenthümliches Bild hervorgerufen (Taf. XVI. Fig. 2), welches in seiner Gesammtheit viel eher an Einschlüsse thierischer Haare, als an solche von Pflanzentheilen erinnert.

---

1) Berendt. Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. I. Bd. Berlin 1845. S. 13.

2) H. R. Goeppert. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. Taf. I. Fig. 14.

Einen etwas abweichenden Fall stellt Fig. 6 auf Taf. XV dar; diese Holzlamelle ist etwas stärker, als die vorigen, zum Theil gelbbraun, zum Theil grau und schwärzlich gefärbt. Die concave Unterfläche ist mehr oder weniger glatt, hingegen zeigt die Oberfläche grössere Unregelmässigkeiten; es haben sich nicht allein einzelne Zellen und Zellgruppen, sondern auch grössere Fetzen, welche ausgefranst oder zertheilt sind, von dem Holz abgehoben. Diese Fasern sind schwach nach oben gekrümmt, verlaufen aber nicht immer in der nämlichen, sondern oft in entgegengesetzter Richtung.

Hinsichtlich des Zustandes, in welchem die fraglichen Einschlüsse in das flüssige Harz gelangt sind, ist zu bemerken, dass sie keineswegs ein frisches Aussehen haben, sondern mehr oder weniger einen Anflug von Staubtheilchen, Spinngeweben, Pilzfäden u. dgl. m. zeigen; und zwar handelt es sich nicht etwa um Parasiten, welche das Holz zersetzt haben, sondern um solche Pilze, welche nur an der Oberfläche desselben leben. Ueberdies sind einzelne Tracheïden, wie schon vorhin erwähnt, mit Luft erfüllt, geschrumpft und anderweitig verändert, sodass man auch hieraus folgern kann, dass diese Holzlamellen schon lange Zeit an der Atmosphäre sich befunden haben, ehe sie in den Succinit geriethen.

Die Bildung dieser eigenthümlichen Einschlüsse ist mir lange Zeit unerklärlich geblieben, bis ich durch wiederholte Studien im Freien, besonders in entlegenen Gebirgswäldern, auch hierfür eine Erklärung fand. Von vorneherein schien es mir ausgeschlossen, dass hier einer der in den vorstehenden Capiteln erwähnten Factoren wirksam gewesen sei, denn durch Baumschlag und Windbruch oder Blitzschlag u. dgl. können nie so dünne, wie die vorliegenden, tangentialen Lamellen erzeugt werden. Ausserdem sprechen meines Erachtens die einseitig glatten Begrenzungsflächen und die ziemlich gleichmässige Faserung, entschieden gegen eine derartige gewaltsame Einwirkung; deshalb empfiehlt es sich, andere analoge Erscheinungen in der Natur in Vergleich zu ziehen.

Jeder, der in den Gebirgsgegenden Deutschlands oder des Auslandes gereist ist, kennt die aus zierlichen Holztäfelchen hergestellten Schindeldächer der gastlichen Bauden und Logirhäuser, und hat wohl auch die Erfahrung gemacht, dass die gewöhnlich aus Fichten- oder Tannenholz gefertigten Schindeln im Laufe der Jahre ihr frisches Aussehen einbüssen und allmählich eine graue Patina[1]) ansetzen. Bei näherer Untersuchung findet man, dass diese Oberfläche nicht mehr glatt, sondern rauh und filzig ist. Diese graue Schicht wird aus Tracheïden gebildet, welche durch die Einwirkung der Atmosphärilien ausgelaugt und so verändert sind, dass die zurückbleibende Membran mehr oder weniger aus reiner Cellulose besteht. Während dieses Processes schwindet die Intercellularsubstanz allmählich, und der Zusammenhang der Holzelemente wird gelockert, theilweise sogar ganz aufgehoben; es lösen sich daher nicht allein Zellcomplexe, sondern auch einzelne Zellen an ihrem einen Ende ab, und erleiden mannigfache Veränderungen. Oft kommt es vor, namentlich wenn sie nicht isodiametrisch im Querschnitt sind, dass sie sich spiralig um ihre eigene Axe drehen, ähnlich den Samenhaaren der Baumwolle. Sodann entstehen in der Membran vielfach Sprünge, welche häufig spiralig verlaufen und auch von den Tüpfeln ihren Ursprung nehmen. Hierdurch erhält die atmosphärische Luft Zutritt in das Innere, und es kommen Schrumpfungen der Membran vor. Später brechen hier und da die Zellwände quer ab und fasern mehr oder weniger aus. Durch diese Vor-

[1]) Wenn ich hier und auch schon an einer früheren Stelle, wo ich den Erhaltungszustand der Coniferennadeln im Succinit schilderte (S. 65), die in der Kunst und Alterthumskunde übliche Bezeichnung Patina wähle, so will ich hierdurch nur das verwandte Aussehen, welches alle derartige Objecte bei längerem Liegen an der Luft annehmen, andeuten. In Wirklichkeit wird natürlich die Patina in allen drei Fällen durch ganz verschiedene Umstände hervorgerufen, denn beispielsweise an alten Bronzen beruht sie auf Bildung einer Oxydationsschicht, an Kiefernnadeln auf einer Umwandlung des Chlorophylls und an Holzschindeln etc. auf einer durch Schwinden der Intercellularsubstanz bewirkten Lockerung des Verbandes der oberflächlichen Zellschichten.

gänge erhält die Oberfläche des Holzes schliesslich jene feinfilzige Beschaffenheit und den eigenartigen Seidenglanz, wie ihn durchweg alte Holzschindeln zeigen. Später treten natürlich Pilze hinzu, welche die Zersetzung weiter fördern, zumal ihre Sporen durch jene kleinen Risse auch in das Innere der Tracheïden gelangen können, und endlich eine gänzliche Vernichtung des Substrates bewirken. Indessen sei besonders hervorgehoben, dass die erste Anlage zur Demolirung des Holzes und zur Bildung der faserigen Oberfläche lediglich der Einwirkung der Atmosphärilien zuzuschreiben ist. WIESNER[1]) hat vor nahezu dreissig Jahren diese Verhältnisse zuerst genauer studiert und für den oben geschilderten Vorgang den passenden Namen der „Vergrauung" gewählt, welchen ich auch für die hier vorliegenden, fossilen Hölzer beibehalte. Ich habe die Vergrauung in der Jetztwelt gleichfalls an solchen Nadelhölzern wahrgenommen, welche lange Zeit dem wechselnden Einfluss oberflächlicher Befeuchtung durch atmosphärische Niederschläge und von Austrocknung durch Luft und Wärme ausgesetzt gewesen waren. So sammelte ich im Jahre 1881 am Eibsee unterhalb der Zugspitze im baierischen Hochgebirge eine bearbeitete Holzplatte von *Picea excelsa* LK., welche jene Erscheinung in ausgezeichneter Weise zeigt. Ebenso kann man an unserem Seestrand, wie überhaupt am Ufer der Gewässer, solche Hölzer auffinden, und zwar zeigt sich diese Vergrauung nicht nur an künstlich geschnittenen Flächen, sondern auch an der Oberfläche entrindeter Stücke. WIESNER selbst hat in einer späteren Abhandlung[2]) einige Treib-Nadelhölzer aus dem nördlichen Eismeer beschrieben, welche sämmtliche äusserlich vergraut waren. Ferner kenne ich diese Erscheinung von Holzbauten im Wasser, von Zäunen und Telegraphenstangen im Gebirge und aus manchen anderen Oertlichkeiten; endlich habe ich sie auch an gefallenen und von der Borke befreiten Stämmen in verschiedenen Wäldern angetroffen. Ein ausgezeichnetes Exemplar fand ich im verflossenen Herbst im Gutswald von Tyllinge in Oestergoetland (Schweden), wo ein völlig entrindetes, ca. 3 m langes Stammstück der gemeinen Kiefer, *Pinus silvestris* L., auf dem Waldboden lag. Die Vergrauung und Verfilzung war in dem Theil des Umfanges, welcher der Erde abgewendet war, recht weit vorgeschritten, denn die von der Oberfläche abgelösten Tracheïden und Tracheïden-Gruppen hingen in zahllosen Fasern und Fetzen vom Stamm herab. Die gleichmässige, verticale Richtung ist hier auf die wiederholte Einwirkung von starkem und anhaltendem Regen zurückzuführen, welcher die bereits gelockerten Zellen in diese Lage gebracht und theilweise sogar auf den Boden geschwemmt hatte. Wenn man in Betracht zieht, dass sich in allen diesen Fällen auch leicht Staubtheilchen und Pilze, sowie Spinnfäden ansetzen, so kann man sich der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass mit diesen Erscheinungen die im Succinit vorkommenden Einschlüsse wohl in Vergleich gezogen werden können. In der That meine ich, dass letztere an ihrer Oberfläche das Resultat der Vergrauung und Verfilzung deutlich vor Augen führen.

Man könnte zu der Annahme geneigt sein, dass in dem auf Tafel XV in Figur 6 abgebildeten Falle, durch Einwirkung der Atmosphärilien allein, die Ablösung grösserer Fasern nicht bewirkt sein könnte, jedoch ist hiergegen Folgendes zu bemerken. Wenn der Stamm durch Baumschlag, Blitzschlag oder dergl. stellenweise entblösst wird, so löst sich hier die Rinde durchaus glatt ab, nur sehr selten werden kleine Partieen aus dem Holzkörper herausgerissen, während anderseits Rindenfetzen an demselben sitzen bleiben. In jenen gewöhnlichen Fällen nun, wo die Rinde vom Holzcylinder getrennt wird, habe ich an dessen Oberfläche nie eine Lockerung des Zellverbandes bemerken können. Derselbe ist a priori ein zu fester, als dass einzelne Tracheïden und Tracheïden-

[1]) JUL. WIESNER. Ueber die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre. Sitzungsberichte der Kaiserl. Academie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe. XLIX. Bd. 2. Abth. Wien 1864. S. 61.

[2]) JUL. WIESNER. Untersuchung einiger Treibhölzer aus dem nördlichen Eismeere. Sitzungsberichte der Kaiserl. Academie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe. LXV. Bd. 1. Abth. Wien 1872. S. 96.

Gruppen in der Weise herausgerissen werden könnten, dass ähnliche Bilder, wie das auf Taf. XV. Fig. 6 dargestellte, entstehen können. Man muss ja berücksichtigen, dass zwischen Rinde und Holz die zarten und safterfüllten Zellen des Verdickungsringes liegen, welche selbst bei der gewaltsamen Trennung zerstört werden, während die dickwandigeren und fester in einander gefügten Tracheïden nicht leicht in Mitleidenschaft gerathen. Anderseits bin ich aber auch in der Lage einen weiteren Beweis dafür beizubringen, dass in der That lediglich durch Einwirkung der Atmosphärilien auf eine entblösste Stammoberfläche die fragliche Abfaserung verursacht werden kann. Ich habe selbst in den vorhin namhaft gemachten Gegenden, vornehmlich in den Urwaldpartieen am Kubany, von alten absterbenden und abgestorbenen Bäumen solche Oberflächenstücke gesehen und gesammelt, welche einen sehr verschiedenen Grad der Vergrauung zeigten. An einigen waren vorherrschend einzelne Zellen und ganz dünne Zellgruppen abgelöst, während sich an anderen Stücken auch breitere Fasern, ähnlich den in Fig. 6 auf Taf. XV. abgebildeten, losgetrennt hatten. Nach vielfachen, vergleichenden Beobachtungen bin ich zu der Ansicht gelangt, dass die faserige Beschaffenheit aller im Succinit eingeschlossenen, dünnen Holzlamellen, so verschiedenartig jene auch aussehen mag, als Vergrauung zu deuten ist.

Ich kann nicht umhin, gleich an dieser Stelle eine zweite Frage zu berühren, die sich uns bei der Betrachtung der vorgenannten Holzstücke aufdrängt. Wie sind nämlich die auffallend dünnen Lamellen zu Stande gekommen? Man darf sich nicht über diese Schwierigkeit durch die Annahme hinweg zu täuschen suchen, dass sie in Folge von Windbruch oder Baumschlag entstanden seien; denn in Wirklichkeit bilden sich auf diese Weise nie so grosse Tangential-Lamellen, welche nur eine oder höchstens ein paar Zellschichten dick sind. Ich schlug daher wieder den empirischen Weg ein und suchte im Freien nach ähnlichen Erscheinungen, wie sie sich im Succinit uns darbieten.

Auf meinen Wanderungen durch den Böhmerwald fand ich nun in der That solche Vorkommnisse, welche an die im Succinit vorliegenden erinnern. An alten Fichtenstämmen sind die von der Rinde bereits entblössten Stellen gewöhnlich vergraut, und wenn man genauer hinsieht, findet man am Stamm hier und da kleine, zarte Lamellen hängend, die sich nach ihrer Lage und nach ihrem mikroskopischen Bau als tangentiale ergeben. Ihre Grösse ist sehr wechselnd, und unter den von dort mitgebrachten Exemplaren finde ich solche von 5 und 1,5 cm Ausdehnung; die Stärke beträgt nur wenige Zelllagen, genau so, wie bei den Lamellen der Bernsteinhölzer. Es fragt sich nun, wie diese Erscheinung an recenten Stämmen entstanden ist? Alle alten Bäume in derartigen Wäldern sind in einem, von innen nach aussen fortschreitenden, Zersetzungsprocess begriffen, der von einer oder von mehreren Pilzarten verursacht wird. Da nun die äusserste Holzschicht des Stammes dort, wo letzterer keine Rinde mehr besitzt, trocken ist, so bleibt sie auch von der Einwirkung des Pilzes verschont. Ich habe wiederholt beobachtet, dass das Innere des Stammes durchweg in einem sehr vorgerückten Stadium der Zersetzung sich befand, während die äusserste, oft nur papierdünne Schicht ziemlich intact geblieben war. Diese blättert bald ab und zeigt dann gewöhnlich nur auf der Aussenfläche, zuweilen auch auf der Innenseite, eine weniger oder mehr vorgeschrittene Vergrauung. Demgemäss meine ich, dass sich in ganz ähnlicher Weise an den, im Innern pilzkranken, Bernsteinbäumen solche Lamellen gebildet haben, die, später abgelöst und fortgeführt, von dünnflüssigem Harz eingeschlossen wurden.

Ich habe vorstehend einige Naturerscheinungen geschildert, deren Existenz im Bernsteinwald aus gewissen Vorkommnissen im Succinit nachgewiesen werden kann; indessen meine ich, dass auch mancherlei andere Phänomene damals eingetreten und ihren schädigenden Einfluss auf die Bernsteinbäume geltend gemacht haben. So z. B. kann Hagelschlag die Blätter und Blüten, aber auch jüngere Rindentheile

der Bäume verletzt und gequetscht haben; an solchen Stellen ist dann häufig Fäulniss oder Desorganisation, und in Folge dessen auch Harzfluss eingetreten, was zu einem allmählichen Absterben der Zweige und Aeste geführt hat. Ferner halte ich es, nach Maassgabe der ganzen Vegetations- und der daraus zu berechnenden klimatischen Verhältnisse der Bernsteinzeit, nicht für ausgeschlossen, dass zeitweise auch atmosphärische Niederschläg ein Form von Schnee erfolgt sind. Das Vorkommen gewisser Insecten, wie z. B. der *Dorthesia tertiaria* KÜN. in litt., welche die grösste Aehnlichkeit mit der heute in Lappland lebenden *D. Chiton* ZETT. besitzt, scheint jene Annahme zu bekräftigen. In diesem Fall werden im Bernsteinwald, in Folge von Schneedruck etc., dünnere Aeste und Zweige abgebrochen sein, wodurch neue Austrittsstellen für das Harz geschaffen wurden. Ausserdem können mancherlei andere Erscheinungen an den Bernsteinbäumen vorgekommen sein, wofür sich ein unmittelbarer oder mittelbarer Beweis bislang nicht hat beibringen lassen.

B. Beschädigungen durch Pflanzen.

1. Parasitische Pilze.

Unter allen Abtheilungen des Pflanzenreiches spielt keine eine so hervorragende Rolle in der Pathologie der Waldbäume, wie der Gewächse überhaupt, als die der Pilze. Einen Grund hierfür bietet gewiss die Möglichkeit, sich leicht zu verbreiten, was nicht allein oberirdisch durch Sporen, sondern auch unter der Erde durch das Mycelium geschehen kann; der letztere Fall tritt nur bei unterirdisch wachsenden Parasiten ein, da der wechselnde Feuchtigkeitsgehalt der Luft eine oberirdische Entwickelung des Mycels gewöhnlich nicht ermöglicht. Es kann sich auf jene Weise dasselbe Pilzindividuum von Wurzel zu Wurzel weiter verbreiten und allmählich einen grösseren Bezirk im Waldbestand inficiren. Obwohl die hierdurch hervorgerufene Erkrankung relativ langsam fortschreitet und erst nach Jahrzehnten ein Absterben der Bäume zur Folge hat, wirkt diese Infection um so verheerender, als kaum ein Individuum in dem localen Verbreitungsbezirk verschont bleibt. Nach ROB. HARTIG ist allerdings bei *Trametes radiciperda* R. HART. (= *Polyporus annosus* FR. = *Heterobasidion annosum* [FR.] BREF.), eine unmittelbare Berührung der kranken, pilzhaltigen Wurzel mit der gesunden Wurzel des Nachbarbaumes nöthig, wenn das zwischen den Rindenschüppchen hervortretende Mycel in letztere hineinwachsen soll. Allein wenn man bedenkt, dass jeder Baum ein überaus weit und mannigfach verzweigtes System von Wurzeln besitzt, und dass sehr oft die Wurzelsysteme verschiedener Individuen derselben Baumart in directer Verbindung stehen, so ist sehr leicht Gelegenheit zu einer unterirdischen Infection gegeben. Der genannte Forscher, welchem wir eine ausführliche Beschreibung dieses Parasiten und der durch ihn hervorgerufenen Krankheitserscheinung verdanken[1]), nennt ihn den gefährlichsten Feind der Fichten- und Kiefernwälder, und bemerkt, dass er ihn auch in mehreren kleineren Beständen der Weymouthskiefer, *Pinus Strobus* L., angetroffen habe. Die geographische Verbreitung des Pilzes ist eine ausserordentlich grosse, denn derselbe ist bereits aus den verschiedensten Gegenden Nord- und Süddeutschlands, aus der Ebene und aus dem Gebirge, ferner aus Frankreich und anderen Ländern bekannt geworden. Ob *Trametes radiciperda* R. HART. schon in den Waldungen der Bernsteinbäume Verheerungen angerichtet hat, muss vorläufig eine offene Frage bleiben, denn an den sehr wenigen, im Succinit vorliegenden Wurzelhölzern lassen sich zwar Zerstörungen durch parasitische Pilze, aber nicht gerade

---

[1]) ROB. HARTIG. Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche. Berlin 1878. S. 14 ff.

die für *Trametes radiciperda* charakteristischen Zersetzungserscheinungen nachweisen. In Zukunft wird beim Auffinden einer grössern Zahl von Wurzelhölzern der Bernsteinbäume hierauf zu achten sein.

Ein anderer Pilz, der durch unterirdische Mycelentwickelung eine ausgedehnte Verbreitung in unseren heutigen Nadelwaldungen gewinnt, ist *Agaricus melleus* L. An den kranken Wurzeln der Fichten und Kiefern entspringen Mycelstränge in Gestalt der Rhizomorphen, welche nach verschiedenen Richtungen unterirdisch fortwachsen und die auf ihrem Wege befindlichen Wurzeln gesunder Bäume umklammern. Sie dringen mit ihrer Spitze zwischen die Rindenschuppen ein, sprengen diese ab und treten dann in das lebende Gewebe ein. *Agaricus melleus* kommt auch in den Wurzelhölzern anderer Coniferen, z. B. der Cupressaceen vor, und ich habe ihn früher gleichfalls in tertiären Wurzelhölzern aus dieser Familie aufgefunden[1]); im Succinit hat er sich bisher noch nicht nachweisen lassen.

Die zweite Verbreitungsart eines parasitischen Pilzes ist die durch Sporen und Conidien. Begreiflicher Weise ist diese nicht auf die nächsten Nachbaren beschränkt, vielmehr können weit entfernt stehende Bäume angesteckt werden, während die nächsten Individuen gesund bleiben. Die Mittel zur Verschleppung sind sehr mannigfache, vornehmlich geschieht letztere durch Wind und Thiere. Die Spore besitzt aber nicht die Fähigkeit, wie etwa die Rhizomorphen, durch die Rinde in das Innere hinein zu wachsen, vielmehr kann sie nur von einer wunden Stelle aus den Baum inficiren. Dass in den Wäldern der Gegenwart und auch in den Wäldern zur Bernsteinzeit derartige Baumwunden nicht selten waren, habe ich schon vorstehend erwähnt, und komme auch in den folgenden Capiteln wieder hierauf zurück. Ein Moment von besonderer Wichtigkeit für das Leben der Pilze, d. h. nicht nur für die Keimung der Spore, sondern auch für die Entwickelung des Mycels, ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, denn die allgemeine Erfahrung lehrt, dass letzteres in trockener Umgebung leicht vertrocknet. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass der Feuchtigkeitszustand der Luft zur Zeit der Bernsteinwälder ein sehr günstiger gewesen ist, sonst hätte z. B. eine so arten- und individuenreiche Lebermoosflora, wie sie durch GOTTSCHE[2]) und CASPARY[3]) aus dem Succinit bekannt geworden ist, nicht gedeihen können. Ueberdies deuten andere Pflanzen, wie *Taxodium*[4]), *Acoropsis* u. dgl., ferner auch sehr zahlreiche Insecten im Succinit auf das Vorhandensein feuchter Stellen und von Binnengewässern im Verbreitungsgebiet der Bernsteinbäume hin. Die Ansprüche an die Wärme sind freilich nicht so gross, denn die Pilze entwickeln sich bei uns weniger im Sommer, als vornehmlich im Spätherbst, wo das Wachsthum der Bäume bereits aufgehört hat; immerhin ist ihnen ebenso, wie anderen Pflanzen, eine höhere Temperatur nützlich, und diese hat zweifellos zur damaligen Zeit geherrscht. Wenn wir unter den bisher beschriebenen Pflanzenresten Umschau halten, so finden wir eine nicht geringe Anzahl solcher, welche in subtropischen und tropischen Gegenden nahe Verwandte besitzen, wie z. B. *Phoenix*, *Sabalites*, *Cinnamomum*, *Pentaphylax*, *Ximenia*, *Antidesma*, *Connaracanthium* und zahlreiche andere. Ich erwähne dies nur aus dem Grunde, um darauf hinzuweisen, dass in den Wäldern der Bernsteinbäume, neben den organischen Nährstoffen, auch Feuchtigkeit und Wärme in genügender Menge vorhanden war, um eine recht üppige Pilzvegetation hervorzurufen. Die natürliche Folge davon war, dass die Bernsteinbäume durchweg von Pilzen befallen und von Grund aus durch dieselben zersetzt wurden, wie ich später näher beleuchten werde. Ich habe mich in den verschiedensten Gegenden Mitteleuropas durch Autopsie davon überzeugt, dass in einem Walde, der sich selbst überlassen bleibt, ein jeder Baum, sei es früher oder später, durch Pilze angegriffen und zerstört wird. Ich entsinne

1) H. CONWENTZ. Die fossilen Hölzer von Karlsdorf am Zobten. Breslau 1880. S. 26. Taf. V. Fig. 16. 17.

2) GOTTSCHE. Ueber die im Bernstein eingeschlossenen Lebermoose. Botanisches Centralblatt. XXV. Band. Cassel 1886. S. 95 ff.

3) ROB. CASPARY. Einige neue Pflanzenreste aus dem samländischen Bernstein. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg. XXVII. Jahrg. 1886. Königsberg i. Pr. 1887. S. 1. Taf. I.

4) Einen *Taxodium*-Zweig in Succinit besitzt die Geologisch-Palaeontologische Abtheilung des Königl. Museums für Naturkunde in Berlin.

mich beispielsweise, in den höher gelegenen Partieen des Baierischen Waldes grössere Bestände von Edeltannen gesehen zu haben, wo diese herrlichen Bäume fast ausnahmelos von *Aecidium elatinum* Alb. & Schw. befallen waren und allmählich zu Grunde gerichtet wurden. Anderseits konnte ich an mehreren Stellen im Lukenwalde am Kubany i. Böhmen kaum einen Fichtenstamm erblicken, welcher nicht von *Polyporus vaporarius* Fr. inficirt war.

Je nach der Lebensweise der Pilze unterscheidet man zweierlei Formen, nämlich die Parasiten, welche nur den lebenden Organismen ihre Nahrung entnehmen, und die Saprophyten, welche sich lediglich von abgestorbenen Substanzen zu nähren vermögen. Wenngleich sich im grossen Ganzen diese beiden Abtheilungen auseinanderhalten lassen, so kann man doch nicht überall diese Grenze scharf ziehen, und es kommt vor, dass dieselbe Pilzspecies bald parasitisch und bald saprophytisch lebt. So erwähnt R. Hartig von *Agaricus melleus* L., dass er auf *Prunus avium* L. und auf *P. domestica* L. als Parasit aufzutreten scheint, während er sonst an todten Wurzeln und Stöcken sämmtlicher Laub- und Nadelhölzer, sowie auch an verbautem Holz saprophytisch lebt. Derselbe Forscher hat ferner den Nachweis geführt, dass sich das Mycel zahlreicher *Polyporus*-Arten, die sonst nur als echte Saprophyten bekannt sind, gelegentlich auch im gesunden Baum von der Infectionsstelle aus verbreitet, sodass wir es dann mit einem echten Parasiten zu thun haben. Allem Anscheine nach bestehen hier Abstufungen von zweifellosem Parasitismus bis zu dem echten Saprophytismus, und es ist nicht immer möglich die Rolle eines im Holz lebenden Pilzes zu erkennen.

Wie jedes alte Holz, so weisen auch die Reste der Bernsteinbäume eine grössere Zahl von verschiedenen Pilzen auf, und zwar stellen dieselben fast durchweg Formen dar, welche von recenten nicht zu unterscheiden sind. Es kann nicht meine Aufgabe sein, diese Pilze und die durch sie hervorgerufenen Krankheiten der Bernsteinbäume erschöpfend zu behandeln; vielmehr beschränke ich mich darauf, die hauptsächlichsten Formen darzustellen, und überlasse es den Mykologen von Fach diese Specialuntersuchungen weiter fort zu führen.

a. Trametes Pini Fr. f. succinea. Ich fand in der Sammlung der Königl. Geologischen Landesanstalt zu Berlin zwei Stücke Bernsteinholz von etwa 4,5 cm Länge, welche die für diesen Pilz sehr bezeichnende Zersetzungserscheinung zeigen. Beide Hölzer, die ursprünglich wohl ein zusammenhängendes Stück gebildet haben mögen, sind von bräunlicher Färbung und besitzen mehr oder weniger auf der ganzen Oberfläche unregelmässig begrenzte, etwa länglich-ellipsoidische Löcher, welche oft nahe bei einander liegen und zum Theil sogar in einander übergehen. Das Harz hat seiner Zeit das Holz durchtränkt und die Oeffnungen mehr oder weniger ausgefüllt; eine Fläche desselben war angeschliffen. Das in Fig. 9 auf Taf. XV. dargestellte Bild giebt die an dem fraglichen Holz auftretende Zersetzungserscheinung in vollkommener Weise wieder. Leider war ich nicht in der Lage, von diesem überaus seltenen Material Dünnschliffe anzufertigen, und ich muss daher auf die mikroskopische Darstellung verzichten. Ich bemerke indessen ausdrücklich, dass die vorliegende Zersetzungserscheinung für *Trametes Pini* Fr. so charakteristisch ist, dass kein Zweifel über die Natur des Parasiten obwalten kann. Meines Wissens ist dieselbe in fossilem Zustand bisher nicht beschrieben worden, jedoch entsinne ich mich im Forstbotanischen Institut der Universität München ein verkieseltes Holz mit ähnlicher Krankheitserscheinung gesehen zu haben, welches aus der Sammlung von Th. Hartig in Braunschweig herrührt; Fundort und geologisches Alter dieses Stückes sind nicht bekannt.

Trametes Pini Fr. verursacht in unseren Kiefernwaldungen die als Rinden-, Kern- oder Ringschäle, vielfach auch als Rothfäule bezeichnete Krankheit, welche in Norddeutschland allgemein verbreitet ist. Dieser Pilz kommt auch häufig an der Lärche, *Larix europaea* DC., weniger an der Fichte, *Picea excelsa* Lk. und selten an der Edeltanne, *Abies pectinata* DC. vor. Rob. Hartig bringt diese That-

sache mit dem Umstande in Zusammenhang, dass etwa in gleichem Verhältniss die Häufigkeit der frischen Astbrüche bei diesen Bäumen steht. Wie wir oben gesehen haben, findet ja die Infection vornehmlich von Astbruchflächen aus statt, und zwar von ganz frischen, die noch nicht verharzt sind. So lange eine Kiefer nur schwache Zweige ohne Kernholz besitzt, werden die durch Wild oder andere Factoren geknickten Zweige und Aeste Stutzen zurücklassen, welche sofort durch den im Splint dünnflüssigen Terpentin verharzen und sich dadurch nach aussen abschliessen. Erst zu der Zeit, wann Brüche an Aesten vorkommen, die auch Kernholz besitzen, welches sich garnicht oder nur unvollständig mit Harz überzieht, ist die Gefahr der Infection in höherem Maasse vorhanden. Da diese Gefahr also für den einzelnen Baum mit dem Alter zunimmt, und da überdies alljährlich neue Bäume inficirt werden, so tritt diese Krankheit in älteren Beständen immer häufiger auf. Dieselbe verbreitet sich, von dem inficirten Ast aus, im Innern der Kiefer nach oben und unten in Form eines schmalen, rothbraunen Längsstreifens, der sich von dem frischen, weissen Kernholz, worin das Mycelium hauptsächlich lebt, sehr deutlich abhebt. Inzwischen vergrössert sich diese Stelle, welche anfänglich nur einen kleinen Querschnitt besitzt, vornehmlich in peripherischer Richtung innerhalb desselben Jahresringes, und so kommt es, dass die Zersetzung in concentrischen Zonen um einen Theil oder auch um den ganzen Stamm stärker vorschreitet. In dem tiefer rothbraun gefärbten Holz der Kiefer treten nun weisse Flecke und unregelmässig geformte Löcher auf, die zumeist im Frühjahrsholz desselben Jahresringes bleiben und sich in der Längsaxe des Stammes vergrössern. Auf diese Weise schwindet die Substanz auf kürzere oder längere Strecken und das Holz nimmt eine schwammig-poröse oder eine faserig-blätterige Beschaffenheit an, indem schliesslich fast allein die dickwandigeren und harzreicheren Schichten des Sommerholzes stehen bleiben.

Von einem im Besitz des Westpreussischen Provinzial-Museums befindlichen Holzrest im Succinit habe ich Dünnschliffe erhalten, welche an die soeben beschriebene Zersetzungserscheinung lebhaft erinnern. Die besonders charakteristische Horizontalansicht, welche ich auf Taf. XI. Fig. 1 abgebildet habe, zeigt die vom Pilz zerfressenen, tangential ausgedehnten Löcher, welche hauptsächlich im Frühjahrsholz liegen, aber auch in das Sommerholz sich hineinziehen. Die Tracheïden sind ziemlich gleichmässig angegriffen und zerstört, während die Zellen der Markstrahlen oft grösseren Widerstand entgegengesetzt haben, und zum Theil noch in jene Löcher hineinragen. Das Pilzmycel ist, wie es gewöhnlich in altem Holz der Fall zu sein pflegt, nicht mehr conservirt, weshalb man nur aus der eigenthümlichen Zersetzungsart auf die Ursache zurückschliessen kann. Auch Herr Professor R. Hartig in München, welchem ich diesen Dünnschliff vorlegte, hält die Wahrscheinlichkeit für eine sehr grosse, dass es sich im gedachten Falle um *Trametes Pini* Fr. handele. Freilich würde im fossilen Erhaltungszustand auch die Zersetzungserscheinung von *Tr. radiciperda* R. Hart. eine gewisse Aehnlichkeit darbieten, weil im fossilen Zustand die an recenten Hölzern auftretenden, schwarzen Mycelnester in der Mitte der meisten weissen Flecke nicht in Betracht kommen. Indessen tritt *Tr. radiciperda* hauptsächlich in der Wurzel und im unteren Stamm auf, und zieht sich nur sehr selten bis in die Aeste hinein, wogegen *Tr. Pini* gewöhnlich innerhalb des Stammes und der Aeste sich verbreitet. Da nun das fragliche Holz einem Ast angehört, so ist anzunehmen, dass von den beiden, einander sehr ähnlichen Zersetzungserscheinungen der *Trametes radiciperda* und *Tr. Pini* hier die letztere vorliegt.

b. Polyporus vaporarius Fr. f. succinea. Wenn ich die Dünnschliffe der Bernsteinhölzer durchmustere, finde ich zahlreiche Präparate, welche die für *Polyporus vaporarius* der Gegenwart charakteristische Zersetzungserscheinung zeigen; hiernach muss ich annehmen, dass dieser Parasit in damaliger Zeit wenigstens ebenso häufig, als in unseren heutigen Kiefern- und Fichtenwäldern vorgekommen ist. Er

inficirt hier sowohl Wurzeln, als auch oberirdische Wundflächen, und dringt, wie R. Hartig beobachtet hat, besonders gerne an, durch Rothwild hervorgerufenen, Schälwunden ein. Wenn diese auch nachweislich im Bernsteinwald nicht vorgekommen sind, so sind doch am Stamm und an den Aesten der Bernsteinbäume mancherlei andere Wunden aufgetreten, durch welche der Pilz in das Innere gelangen konnte.

Das Holz der Bernsteinbäume, welches von *Polyporus vaporarius* Fr. zersetzt ist, zeigt eine rothbraune bis dunkelbraune Farbe und oft ein halbverkohltes Aussehen; überdies wird es von verticalen und horizontalen Sprüngen durchzogen, welche sehr oft nachträglich wieder durch Succinit ausgefüllt sind. Obwohl diese Zersetzungsart des Holzes sehr charakteristisch erscheint, kommt sie doch nicht ausschliesslich dem vorerwähnten Parasiten, sondern ebenso *Polyporus mollis* Fr. und auch *Merulius lacrimans* Fr. zu; indessen ist das mikroskopische Bild der Zersetzung durch *Polyporus vaporarius* von den anderen wesentlich verschieden. Das Mycelium ist von brauner Farbe, theils dick-, theils dünnwandig, mit Querwänden versehen und wenig verzweigt. Es durchbohrt die Wand der Tracheïden, wobei sich die Stärke des Fadens vermindert, um dann später wieder bis auf den normalen Durchmesser sich zu verdicken; nicht selten schwillt auch noch die Hyphe ausserhalb der Wand birnförmig an, wodurch dann zuweilen Gebilde entstehen, welche an eine beginnende Schnallenbildung erinnern. Auf seinem Zuge quer durch den Holzkörper schreitet er auf dem kürzesten Wege fort und wählt selten die Tüpfelöffnungen, vielmehr bohrt er sich direct durch die Wand der Tracheïden und etwaiger Parenchymzellen, welche ihm im Wege liegen. Eine bestimmte Wachsthumsrichtung scheint nicht vorzuherrschen, jedoch entwickeln sich die Hyphen besonders in der wagrechten Ebene, tangential oder auch radial. Zuweilen verändern sie im Lumen der Zelle ihre Richtung, biegen unregelmässig um und verzweigen sich. Daher sieht man oft zahlreiche kleine, kreisrunde Löcher, welche durch die Thätigkeit des Parasiten hervorgerufen sind, während von diesem selbst oft jede Spur geschwunden ist.

Die chemische Einwirkung des Pilzes auf die Zellwand äussert sich in einer gleichmässigen Verringerung des Volumens der inneren Schichten. An recenten Hölzern hat Hartig den Nachweis geführt, dass jene bei Behandlung mit sehr verdünnter Kalilauge stark quellen, und bei etwas stärkerer Lauge sich völlig auflösen; ebenso löst sehr verdünnter Ammoniak einen grossen Theil der Wandung. Ich habe Versuche darüber angestellt, ob mit den vorgenannten Substanzen oder mit Chlorzinkjod oder schwefelsaurem Anilin bei den Bernsteinhölzern Reactionen hervorgerufen werden können, aber vergeblich; wahrscheinlich haben die Zellwände eine soweit gehende Umwandlung erfahren, dass sie nicht mehr imbibitionsfähig sind. In Folge jener Volumenabnahme der inneren Wand bilden sich vornehmlich in dem etwas dickwandigeren Sommerholz kleine Risse, welche in ununterbrochener, langer Reihe übereinanderstehen und gewissermaassen wieder einen grösseren, zusammengesetzten Verticalspalt darstellen. Ich habe diese Erscheinung hauptsächlich auf den radial verlaufenden, hin und wieder auch auf den tangentialen Wänden der Tracheïden gesehen. In den von *Polyporus vaporarius* angegriffenen Hölzern ist die Schliesshaut der Hoftüpfel, vielleicht in Folge der Volumenverminderung, völlig gewichen; auch bilden sich oft, vom inneren Rand der Tüpfelöffnung ausgehend, einzelne oder mehrere, centrifugal verlaufende Risse. Ob jene Spalten bis in die primäre Wand hineingehen, habe ich nicht feststellen können, jedoch bemerke ich, dass es in recenten Hölzern nicht geschieht.

Auf Taf. XV. in Fig. 8 habe ich ein Bernsteinholz in natürlicher Grösse abgebildet, welches die bezeichnende Zersetzungserscheinung von *Polyporus vaporarius* Fr. zeigt; dasselbe ist im Tagebau bei Sassau am Nordstrande des Samlandes gefunden und gehört der Königl. Preussischen Geologischen Landesanstalt in Berlin. Wenn man diese Zersetzungserscheinung mit der an recenten Hölzern durch

Polyporus vaporarius Fr. bewirkten, oder auch mit Hartig's Abbildungen[1]) über diesen Gegenstand vergleicht, wird man die Analogie nicht verkennen. Das mikroskopische Bild der Zersetzung ist, bei 600facher Vergrösserung, auf Taf. XI. Fig. 2 und 3 zur Anschauung gebracht. Ph. stellt eine Pilzhyphe, Pl. ein Pilzloch, R. einen Riss in der Tracheïdenwand, Tr. einen Riss im Tüpfel und Sp. den charakteristischen, zusammengesetzten Verticalspalt dar.

c. Polyporus mollis Fr. f. succinea. In der Gegenwart ist *Polyporus mollis* Fr. bisher nur an Kiefern beobachtet worden, und in fossilem Zustand habe ich ihn in den Bernsteinhölzern weit verbreitet gefunden. Diese werden, wenn sie von *Polyporus mollis* Fr. befallen sind, rothbraun bis schwarzbraun, erhalten Risse und erinnern in ihrem Bruch und Glanz an Meilerkohle. Nach R. Hartig (a. a. O.) ist für diese Zersetzungsart an recenten Kiefern der intensive Terpentingeruch charakteristisch, welcher übrigens noch nach Jahren an Sammlungsstücken erkennbar bleiben soll. Derselbe tritt bei der sonst nahe verwandten Zersetzungserscheinung durch *P. vaporarius* nicht auf, und daher kann man annehmen, dass *P. mollis* einen noch näher festzustellenden Einfluss auf den Terpentingehalt des Holzes ausübt. Der genannte Autor hebt hervor, dass das faule Kiefernholz im frischen Zustand sehr reichen und dünnflüssigen Terpentin enthält, besonders auf der Grenze gegen das gesunde Holz. Wenn sich nun in Folge des Austrocknens die Risse vergrössern, so werden die Terpentintropfen, welche mit der anderen Wand des Spaltes in Berührung standen, in der Mitte fadenförmig ausgezogen und erstarren zu glasartigen, harten Fäden oder Kugeln, welche bei der geringsten Berührung zerspringen.

In den vorliegenden, durch den gedachten Parasiten sehr stark zersetzten Hölzern der Bernsteinbäume sind die Hyphen selbst nicht mehr conservirt, jedoch erkennt man an den zahlreichen Bohrlöchern ihre einstige Anwesenheit. Die reiche Entwickelung dieses Pilzes im Holz hat auch ein Schwinden der Substanz veranlasst, was hier aber in anderer Weise zum Ausdruck gelangt, als bei *Polyporus vaporarius*. Es treten hier nämlich zahllose, parallele, schräge aufsteigende Spalten auf, die in der Zellwand oft auf weite Strecken hin zu erkennen sind; sie gehen zuweilen von einem Pilzloch oder auch von einem Tüpfel aus, häufig sind sie aber auch ganz unabhängig von diesen. Es ist bezeichnend für diese Spalten, dass sie fast um die halbe Wandung der Tracheïden verlaufen, während die durch *P. vaporarius* hervorgerufenen immer ganz kurz sind und in senkrechter Anhäufung übereinander stehen.

Die Zersetzungserscheinung von *Polyporus mollis* ist vornehmlich in zwei hier beigegebenen Abbildungen veranschaulicht, auf Taf. V. Fig. 3 an der linken Seite und auf Taf. XI. Fig. 4. Ausserdem halte ich es für wahrscheinlich, dass eine von Menge[2]) veröffentlichte, kleine Zeichnung hierher gehört; die beiden äusseren Zellen besitzen die charakteristischen, schrägen Spalten, während die mittlere Zelle die spiralige Streifung der oberen und unteren Wand zeigt. Uebrigens sei noch bemerkt, dass in manchen Hölzern der Bernsteinbäume, wie es auch an lebenden Kiefern der Fall ist, beide Zersetzungsarten neben einander auftreten.

2. Parasitische Phanerogamen.

In ähnlicher Weise, wie die Kiefern und Fichten der Gegenwart, sind auch die Bernsteinbäume nicht allein von Pilzen, sondern auch von parasitischen Blütenpflanzen bewohnt gewesen. Es ist kaum zu erwarten, dass sich diese noch in unmittelbarem Zusammenhang mit Resten von *Pinus succinifera* auffinden lassen, jedoch beweisen einzelne Inclusa im Succinit die Existenz jener Schmarotzer zu jener Zeit.

[1]) Rob. Hartig. Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche. Berlin 1878. Taf. VIII.

[2]) A. Menge. Beitrag zur Bernsteinflora. Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. VI. Band. 1. Heft. Danzig 1858. Tafel ohne Nummer. Fig. 8.

a. Loranthacites succineus Conw. Unter diesem Namen habe ich einen Loranthaceenzweig[1]), der viel Aehnlichkeit mit *Viscum* darbietet, aus einem, dem Westpreussischen Provinzial-Museum gehörigen, transparenten Succinit beschrieben. Dieses Vorkommen deutet darauf hin, dass eine Mistelart oder ein derselben nahe stehender Schmarotzer auch die Bäume der damaligen Wälder bewohnt und geschädigt hat. Da nun unsere recente Mistel ausnahmelos auf allen Baumarten ihres Verbreitungsbezirkes, in Sonderheit auch auf allen Nadelbäumen gedeiht, so dürfen wir füglich annehmen, dass verwandte Gewächse zur Eocenzeit auch auf den Bernsteinbäumen gelebt haben. Dies ist um so wahrscheinlicher, als es heute Waldgebiete giebt, wo die Mistel hauptsächlich auf Nadelhölzern vorkommt, denn Solms-Laubach[2]) führt an, dass sie in der Mark Brandenburg fast nur auf *Pinus silvestris* L., in Thüringen und im Schwarzwald vorzugsweise auf *Abies pectinata* DC. beobachtet wird. Die Misteln gehören zu den Ektoparasiten, d. h. sie dringen nur mit einem Theil ihrer Organe in das Innere des Wirthes ein, entziehen demselben hauptsächlich das Wasser und die mineralischen Nährstoffe und entnehmen im Uebrigen, wie jede andere grüne Pflanze, den Sauerstoff und die Kohlensäure aus der Atmosphäre. Sie stehen also zu ihren Wirthen in einem ähnlichen Verhältniss, wie das Edelreis zum Wildling. Daher sind die Misteln nicht ausschliesslich von ihrer Nährpflanze, sondern zum Theil auch von den äusseren Vegetationsbedingungen abhängig. Immerhin scheint die Nährpflanze einen bestimmenden Einfluss auf ihre habituelle Entwickelung auszuüben; nach Solms-Laubach ist die Mistel auf der Kiefer schwächlich und schmalblättrig, hingegen auf der Schwarzpappel üppig und mit grösseren Blättern versehen. Wenn die Mistel in zahlreichen Individuen sich ansiedelt, übt sie einen schädlichen Einfluss auf das Gesammtbefinden des Baumes aus, was sich namentlich in einer kümmerlichen Entwickelung, in einer schwächeren Astbildung und im Ueberhandnehmen von Zweigdürre zu erkennen giebt. Ausserdem findet aber auch da, wo die Mistel ansitzt, eine locale Störung der Gewebebildung statt, denn von hier aus ziehen sich die Rindensaugstränge durch die Rinde des Nährastes, parallel zu dessen Längsrichtung hin, und an der Unterfläche derselben, d. h. von der dem Holzkörper zugekehrten Seite, entspringen die den Haustorien anderer Schmarotzer vergleichbaren Organe, die sog. Senker (Unger). Diese sind mit ihrer Spitze in das Holz des Nährzweiges eingesenkt und entwickeln sich eine Zeit lang gleichmässig mit diesem. Endlich hört aber das Wachsthum der meist gedrängt bei einander stehenden, ältesten Senker und zugleich der umliegenden Partie des Nährzweiges auf, in Folge dessen dann die gesammte Rinde mit dem eingeschlossenen Theil des Parasiten abstirbt und vertrocknet. Hierdurch entstehen an den entrindeten und abgestorbenen Theilen des Astes sogenannte Krebsstellen, deren Zahl mit dem Aufhören des Wachsthums der nächst jüngeren, d. h. der von der Ursprungsstelle des Mistelstammes weiter abstehenden Senker stetig zunimmt. Das benachbarte, lebensfähige Gewebe des Nährzweiges umgiebt später diese Wunden mit Ueberwallungsrändern, wodurch aber der Zutritt von parasitischen Pilzen nicht verhindert wird. Wennschon solche Krebsstellen an sich dem Baume sehr schädlich sind, können sie auch leicht zu grösseren Wunden Anlass geben, indem die abgestorbenen Senker der Mistelpflanzen ausfaulen. Lippert[3]) beschreibt z. B. aus Krain einen Fall, wo „Tannen" an ihrem ganzen Stamm, an den Aesten und an den flachstreichenden, freiliegenden Wurzeln mit derartigen Höhlungen bedeckt waren, welche bis 1,25 cm Durchmesser und 12 cm Tiefe maassen. Auf diese Weise kann die Mistel in der That ein gefährlicher Baumverwüster werden, dem selbst kleinere Bestände zum Opfer fallen.

---

1) H. Conwentz. Angiospermen des Bernsteins. Danzig 1886. S. 135. Taf. XIII. Fig. 6 und 7.

2) Graf zu Solms-Laubach. Ueber den Bau und die Entwickelung der Ernährungsorgane parasitischer Phanerogamen. Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. VI. Bd. Leipzig 1867/68. S. 604 ff.

3) Lippert. *Viscum album* als Nutzholzverderber. Centralblatt für das gesammte Forstwesen. IV. Wien 1878. S. 495.

b. Patzea. Ausser dem vorerwähnten *Loranthacites*, habe ich aus dieser Familie noch andere Reste beschrieben[1]), nämlich einen Laub- und mehrere Blütenzweige von *Patzea Johniana* m. und einen Blütenzweig einer anderen Art, *P. Mengeana* m. Diese Einschlüsse waren früher von GOEPPERT und CASPARY irrthümlich den Gnetaceen zugerechnet worden, jedoch habe ich in der obigen Arbeit ausgesprochen, dass sie richtiger zu den Loranthaceen, und zwar in die Verwandtschaft von *Arceuthobium* zu stellen sind. A. SCHENK[2]) hat diese nämliche Ansicht wiederholt vertreten, und später hat sich auch R. CASPARY brieflich in demselben Sinne mir gegenüber geäussert.

Die Gattung *Arceuthobium* umfasst kleine, reich verzweigte Sträucher, welche auf Coniferen parasitisch leben. Sie ist in 9 bis 10 Arten auf der nördlichen Hemisphäre, und zwar im Mittelmeergebiet, im westlichen Asien und vom atlantischen und pacifischen Nordamerica bis Mexico verbreitet. Die bekannteste Art ist *A. Oxycedri* (DC.) M. BIEB. auf dem Ceder-Wachholder, *Juniperus Oxycedrus* L., im ganzen Mittelmeergebiet. Nach SOLMS (a. a. O.) besitzt dieser Parasit, ebenso wie die Mistel, Rindensaugstränge und Senker, jedoch verlaufen erstere sehr unregelmässig durch die Rinde der Nährpflanze und lösen sich endlich in ein unentwirrbares, mycelähnliches Geflecht auf. Im Uebrigen sind die Biologie dieses Schmarotzers und die durch denselben hervorgerufenen Krankheitserscheinungen an der Nährpflanze bisher nicht näher untersucht worden. Andere Arten von *Arceuthobium* leben auf Abietaceen, z. B. *A. minutissimum* HOOK. fil. auf der fünfnadeligen Nepal-Weymouthskiefer, *Pinus excelsa* WAHL., im centralen Himalaya zwischen 1828 und 3500 m Höhe; ferner *A. pusillum* PECK auf der Schwarzfichte, *Picea nigra* LK., in Nordamerica vornehmlich zwischen dem 53° und 54° n. Br., *A. americanum* NUTT. auf *Pinus contorta* DOUGL. und *P. Murrayana* in Nordamerica, *A. divaricatum* ENGELM. auf *Pinus monophylla* TORR. & FREM. in Californien und *A. occidentale* ENGELM. auf mehreren *Pinus*-Arten in den Küstengebirgen und in der Sierra Nevada Californiens. Hiernach ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass auch die beiden *Patzea*-Arten, welche mir bereits in mehreren Exemplaren im Succinit bekannt geworden sind, als Schmarotzer auf den Bernsteinbäumen gelebt und hier Beschädigungen, wenn auch nicht in dem Maasse wie die Mistel, bewirkt haben.

C. Beschädigungen durch Thiere.

1. Insecten.

Die Insecten sind bekanntlich in grosser und gestaltenreicher Fülle im Succinit vorhanden, ja man kann behaupten, dass sie zusammen mit den Spinnen die gemeinsten Einschlüsse darin vorstellen. Es ist freilich nicht ausser Acht zu lassen, dass viele dieser Thiere, vermöge ihrer ganzen Lebensweise, weit eher in das dünnflüssige Harz hineingerathen konnten, als die meisten anderen. Auch heute findet man in unseren Waldungen in den, an den Stämmen der Kiefern und Fichten sitzenden, Schlaubenähnlichen Harzstücken nicht selten Einschlüsse von Ameisen, Mücken u. dgl. m. Die im Succinit vorkommenden Insecten belaufen sich wohl auf Tausende von Species und auf eine sehr viel grössere Zahl von einzelnen Individuen; ich kenne beispielsweise mehrere Stücke, welche mehr als fünfzig Mücken derselben Art enthalten. Aus den von BERENDT, HELM, KLEBS und Anderen veröffentlichten Uebersichten ergiebt sich, dass sämmtliche Ordnungen und ein grosser Theil der gegenwärtig in Europa verbreiteten Familien auch im Succinit vertreten sind. Begreiflicher Weise stellen die meisten Inclusen

1) H. CONWENTZ. Angiospermen des Bernsteins. Danzig 1886. S. 136 ff. Taf. XIII. Fig. 8 bis 20.
2) SCHENK. Palaeophytologie. In ZITTEL'S Handbuch der Palaeontologie II. Abth. München und Leipzig 1890. S. 712 ff.

solche Thiere vor, welche im Walde lebten, und obschon andere nicht gänzlich ausgeschlossen sind, kommen sie doch sehr selten vor; es spiegelt sich also in der Fauna des Succinits keineswegs das vollständige Bild der damaligen Insectenwelt wieder, aber sie gewährt uns jedenfalls einen tiefen Einblick in das Insectenleben der Bernsteinbäume. Angesichts der grossen Zahl von Insecten im Succinit überhaupt und angesichts der günstigen Gelegenheit, sr. Zt. vom frischen Harz eingeschlossen zu werden, ist wohl anzunehmen, dass nahezu alle, auf und in den Bernsteinbäumen lebenden Insecten, in dem einen oder anderen Stadium ihrer Entwickelung, im fossilen Harz wiederzufinden sind. Ich würde daher auch die entomologische Seite hier ausführlich behandeln können, falls die Insecten selbst eingehend und in grösserem Umfang zeitgemäss bearbeitet wären. Dies ist aber leider nicht der Fall, vielmehr basirt unsere ganze Kenntniss dieser Thiere zum grössten Theil auf wenigen, älteren Arbeiten und auf einzelnen neueren, vorläufigen Mittheilungen über diesen Gegenstand. Es ist sehr zu beklagen, dass ein so vorzügliches Material, wie die Insecten im Succinit, welches nicht nur eine zoologische, vielmehr auch eine allgemeine Bedeutung zur Beurtheilung der biologischen Verhältnisse in der Eocenzeit besitzt, im grossen Ganzen unverwerthet in den Magazinen unserer Museen ruht. Es würde freilich das Wissen und Können eines Einzelnen nicht ausreichen, um die gesammte Insectenfauna des Succinits eingehend zur Darstellung zu bringen. Meines Erachtens würde es sich aber empfehlen, zunächst die einzelnen Abtheilungen summarisch zu bearbeiten, um hierdurch den Monographen recenter Ordnungen und Familien die Möglichkeit zu gewähren, auch das in so ausgezeichneter Erhaltung vorliegende, fossile Material in den Bereich ihrer speciellen Untersuchungen zu ziehen.

Wenn ich nachfolgend die Krankheiten zu schildern versuche, welche von Insecten an Bernsteinbäumen hervorgerufen sein können, so beziehe ich mich im Wesentlichen auf die in den vorgenannten Publicationen angeführten und theilweise beschriebenen Bernsteininsecten; ausserdem habe ich von befreundeter entomologischer Seite so manche mündliche Mittheilung erhalten, die ich hier dankbar verwerthen konnte. In geringerer Zahl liegen aber auch solche Bernsteinhölzer vor, an welchen unmittelbar die Einwirkung gewisser Insecten zu erkennen ist, wogegen ich Ueberreste der Insecten selbst im Holz und in der Rinde der Bernsteinbäume, ausser Kothballen, bisher nie aufgefunden habe.

Halbflügler. Die Zahl der Hemipteren im Succinit ist verhältnissmässig gering; am Häufigsten finden sich diejenigen Gattungen, welche Baumrinden und Blätter bewohnen. Im Jahre 1856 hat freilich E. F. Germar im Verein mit unserem G. C. Berendt[1]) die Hemipteren des Succinits untersucht, aber seitdem ist die Zahl derselben sehr erheblich gewachsen. Unter den dort neu beschriebenen Thieren sind auch drei Arten der Baumlaus, *Lachnus* Ill., aufgeführt, und im Westpreussischen Provinzial-Museum, sowie in allen anderen grösseren Sammlungen, kann man zahlreiche Vertreter dieser Gattung im Succinit antreffen. Menge[2]) erwähnt, dass in seiner, jetzt dem hiesigen Museum gehörigen Sammlung allein von *L. dryoides* Germ. 23 ungeflügelte Exemplare vorhanden seien. *Lachnus* lebt gegenwärtig nur an Holzpflanzen, und zwar kommen mehrere Species an unseren Nadelhölzern vor. Nach Altum[3]) tritt *Lachnus Piceae* F. in manchen Gegenden auf der Rothfichte in solcher Menge auf, dass diese Laus Aufsehen und Besorgniss erregt. Tausende von Individuen bedecken Stamm und Aeste, und der Stich, welcher mit dem langen Schnabel bis in das Cambium geführt wird, übt schon durch den hierdurch bewirkten Saftverlust einen schädigenden Einfluss auf das Leben des Baumes aus. Eine andere Art, *L. Pini* L., bewohnt die jungen Triebe der gemeinen Kiefer, *Pinus silvestris* L. In einem früheren Abschnitt, in welchem das abnorme Holzparenchym im Holz der Bernsteinbäume behandelt wurde, habe

1) Germar & Berendt. Die im Bernstein befindlichen Hemipteren und Orthopteren der Vorwelt. Mit vier Tafeln. Berlin 1856.

2) Menge. Lebenszeichen vorweltlicher, im Bernstein eingeschlossener Thiere. Programm der Petrischule in Danzig 1856. S. 18.

3) Altum. Forstzoologie. III. Band. Insecten. 2. Abth. II. Aufl. Berlin 1882. S. 352.

ich die Vermuthung ausgesprochen, dass die Bildung desselben durch gewisse Insecten, vielleicht durch *Lachnus* oder verwandte, verursacht sein könnte. Ein Beweis lässt sich gegenwärtig um so weniger erbringen, als weder die Biologie der recenten *Lachnus*-Arten, noch die Ursache der Bildung des abnormen Holzparenchyms bei unseren lebenden Abietaceen bekannt ist.

Zweiflügler. Obschon diese Thiere zu den häufigsten im Succinit gehören, spielen sie dennoch keine besondere Rolle im Leben der Bernsteinbäume. H. LOEW[1]) hat sich vor vierzig Jahren mit den Dipteren des Succinits beschäftigt und etwa 850 Species darin erkannt, welche sämmtlich zur Abtheilung der Proboscidea gehören und sich auf 101 Gattungen vertheilen. Die bei Weitem grössere Zahl von Arten und auch von Individuen gehört zu den Diptera nemocera, welche fast durchweg schlechte Flieger sind, nie in grosse Höhen sich erheben, vielmehr feuchte und geschützte Localitäten lieben und nur an solchen in überraschender Menge vorkommen. Diejenigen Gattungen, deren Arten gegenwärtig an Baumstämmen, welche dem Wind nicht ausgesetzt sind, schaarenweise auf Beute lauern, treten nach dem verewigten Autor im Succinit durch Zahl der Arten und noch mehr durch Zahl der Individuen imponirend auf. Die dem Westpreussischen Provinzial-Museum gehörigen Zweiflügler im Succinit sind früher einmal von H. LOEW durchgearbeitet und mit Bestimmungen versehen worden, leider kam er aber nicht mehr dazu, seine Erfahrungen hierüber zu veröffentlichen. Aus seinen, den gedachten Fossilien beigegebenen Aufzeichnungen ersehe ich, dass im Succinit auch zahlreiche Vertreter der Gallmücken, *Cecidomyia* MEIG., in recht mannigfaltigen Formen vorkommen. Das Weibchen dieser Thiere impft mit der Legröhre seine Eier irgend einem Pflanzentheil ein oder klebt sie klettenförmig auf die Rinde; hier entsteht später eine Wucherung, die sog. Galle, in welcher die Larve ihre Entwickelung durchmacht. Wenn sich die schwächlichen Mücken im Allgemeinen auch nicht hoch erheben, sondern meistens nur niedrige Gewächse belegen, so giebt es doch einzelne Arten, welche auch unseren Nadelhölzern schädlich werden können. So legt das Weibchen von *Cecidomyia brachyntera* SCHWÄG. ein oder einige Eier am Grunde der eben hervorkommenden, jungen Nadeln der Kiefer, *Pinus silvestris* L., ab[2]), und die Larve lebt hier bis zu ihrer vollen Reife. Die Folge davon ist, dass die Nadeln viel kürzer bleiben und sich nach einiger Zeit bräunen; sie fallen schon weit früher als die gesunden, oft schon im Spätherbst ab. Die Larve einer anderen Art, *C. Pini* DE. GEER, bewohnt gleichfalls die Nadeln der Kiefer und verpuppt sich hier in einem Harzcocon. Eine dritte Species, *C. Kellneri* HENSCH., befällt die jungen Kurztriebe der Lärche, zuweilen in ungeheurer Menge, sodass am ganzen Zweig keine einzige gesunde Knospe zu finden ist; derartige Zweige und Aeste sterben dann natürlich früher oder später ab.

Schmetterlinge nehmen einen lebhafteren Antheil an dem Leben der Bäume, als die Vertreter der vorgenannten Ordnungen; denn ihre Raupen fressen die Nadeln an, zerstören Knospen und Triebe, verzehren den Samen und schädigen hierdurch den Nachwuchs, ja sie durchbeissen sogar das Stämmchen junger Pflanzen. Hierzu kommt, dass sie, ebenso wie die vorgenannten Insecten, unmittelbar auf den gesunden Baum einwirken, ohne dass derselbe vorher durch Baumschlag oder Windbruch, durch Blitzschlag, Dürre oder durch Pilze und andere Factoren gelitten hätte und für ihre Thätigkeit prädisponirt wäre. Der Angriff der Raupen auf die Nadeln der Coniferen kann schon nach wenigen Jahren, zumal wenn er sich zu Kahlfrass steigert, verhängnissvoll für die Bäume werden, und es sind aus der Geschichte der Forstwirthschaft hinreichend Fälle bekannt, in welchen durch solchen Raupenfrass ganze Bestände zu Grunde gerichtet wurden. Nebenbei ist zu bemerken, dass durch den in grösseren Mengen

---

[1]) LOEW. Ueber den Bernstein und die Bernsteinfauna. Programm der Königl. Realschule zu Meseritz 1850. — Ueber die Dipterenfauna des Bernsteins. Amtlicher Bericht über die 35. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Königsberg i. Pr. 1860. Königsberg 1861. S. 88 ff.

[2]) ALTUM. Forstzoologie III. Band. Insecten. 2. Abth. II. Aufl. Berlin 1882. S. 302.

angehäuften Koth, sowie durch die sodann häufig auftretende, massenhafte Tödtung der Raupen oder ihrer Puppen durch Pilze, sehr viel Düngungsstoffe in leicht löslicher Form dem Boden neu zugeführt werden. Es wird hierdurch eine vortreffliche Humusdecke gebildet, welche der augenblicklichen und der nachfolgenden Baumgeneration, aber auch den anderen Pflanzen im Wald zu Gute kommt.

In der Collection MENGE im Westpreussischen Provinzial-Museum finden sich mehrere Einschlüsse von Schmetterlingen und Raupen, welche der hochverdiente Forscher als *Tortrix* bezeichnet hat. Wenn auch die meisten Wickler der Gegenwart auf Laubhölzer angewiesen sind, so kommt doch eine erhebliche Anzahl von Arten auch auf Coniferen vor; beispielsweise belegt der Falter von *Tortrix pactolana* KÜHLW. die Rinde junger Fichtenstämme unter einem Astquirl mit einzelnen Eiern, und das Räupchen nagt sich in die Rinde hinein und unterhöhlt dieselbe bis auf den Splint. Wie sich Herr ALTUM in Eberswalde mir gegenüber äusserte, werden nur niedrige Bäumchen bis etwa 1 m Höhe angegriffen, ältere hingegen bleiben verschont. An denjenigen Stellen, wo der Frass erfolgt ist, tritt zunächst Harz von milchiger Beschaffenheit aus und darauf ein fein-krümeliger Koth. In vielen Fällen, zumal auf günstigem Boden, erholen sich die Fichten allmählich, lassen aber oft noch in späterem Alter jene Wunden aus ihrer Jugend erkennen; wenn aber der Baum an mehreren Stellen von Raupen angegriffen wird, fängt er bald an zu kränkeln und geht schliesslich ganz ein. Eine zweite Art, *T. comitana* V., lebt nach ALTUM[1]) als Raupe minirend in den Nadeln der Fichte und pflegt auch nur junge Stämmchen von wenigen Metern Höhe zu befallen. Der sehr kleine Falter belegt einzelne Nadeln an ihrer Basis mit je einem Ei. Das neu ausgekrochene Räupchen nagt sich in die Nadel ein und höhlt dieselbe bis gegen die Spitze hin aus; später geht es auf eine zweite, dritte und folgende Nadel über, um den Frass in ähnlicher Weise fortzusetzen. Es bleiben dann die hellbräunlichen Nadelreste hängen, oft den Winter hindurch, bis zum nächsten Frühjahr, indem sie mittels eines feinen Gespinnstes zusammengehalten werden. Eine dritte Species, *T. strobilana* L., lebt in frischen Zapfen von Fichten.

In unseren heutigen Nadelwaldungen kommt noch eine grössere Zahl anderer Lepidopteren vor, welche in geringerem oder in höherem Maasse schädigend auf Kiefern und Fichten einwirken, wie z. B. verschiedene Arten der Gattungen *Sphinx*, *Sesia*, *Gastropacha*, *Liparis*, *Cnethocampa*, *Agrotis*, *Trachea*, *Fidonia*, *Phycis*, *Ephestia*, *Retinia*, *Graptolitha* u. a. m. Es ist höchst wahrscheinlich, dass Verwandte dieser Thiere und auch andere Waldverderber von fremdartigem Typus zur Bernsteinzeit gelebt und die damaligen Waldbäume, in Sonderheit auch die Bernsteinbäume selbst angegriffen und zerstört haben. Da aber wegen mangelnder Kenntniss der Lepidopteren des Succinits jene Vermuthung sachlich nicht belegt werden kann, müssen weitere Reflexionen hierüber bis auf Weiteres unterbleiben.

Was die **Hautflügler** anlangt, so hat Herr G. BRISCHKE hier, der ausgezeichnete Kenner unserer lebenden Hautflügler, auf meinen Wunsch die bezüglichen Einschlüsse in den Sammlungen des Provinzial-Museums durchgesehen und das Ergebniss in einer kurzen Notiz[2]) veröffentlicht. Hieraus ersehen wir, dass die Gattung *Lophyrus* vertreten war, deren recente Arten fast durchweg auf der Kiefer leben. Die Eier werden an den Nadeln abgelegt, und die später erscheinenden Räupchen fressen anfänglich nur deren Ränder, dann aber auch die ganzen Nadeln bis auf die Scheide ab; daher können hierdurch in solchen Gegenden, wo das Insect in grosser Menge erscheint, weite Strecken verwüstet werden. Das von R. KLEBS veröffentlichte Verzeichniss der Insecten des Succinits enthält auch Vertreter der Holzwespen, *Sirex* L. Die Flugzeit derselben fällt in die Mitte des Sommers, und die

1) ALTUM. Waldbeschädigungen durch Thiere. Berlin 1889. S. 247.

2) BRISCHKE. Die Hymenopteren des Bernsteins. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. VI. Bd. 3. H. Danzig 1886. S. 278.

Weibchen legen die Eier einzeln in den Splint eines Baumes[1]). Die junge Larve nährt sich, in geschlängeltem Gange vorrückend, von den weicheren Schichten, geht aber schon nach der ersten Ueberwinterung tiefer ins Holz hinein; im Frühjahr nach dem zweiten Winter arbeitet sie sich im Bogen allmählich näher zur Peripherie des Stammes. *Sirex juvencus* L. ist in unseren Kiefernrevieren sehr häufig und wählt hauptsächlich kränkelnde, unterdrückte oder auch nur zurückbleibende Stämme zur Unterbringung ihrer Brut aus. Es werden zwar völlig gesunde Stämme von ihnen möglichst verschont; sie gehen aber auch keineswegs in morsches Holz. Eine andere Art, *S. gigas* L., kommt in Fichten- und Tannenrevieren vor, aber schwerlich in solcher Menge, wie die vorige in Kiefernbeständen.

Die **Käfer** sind von der grössten Bedeutung für das Leben der Bernsteinbäume gewesen und haben ohne Zweifel an diesen mancherlei Beschädigungen hervorgerufen. Zu den gefürchtetsten Feinden unserer Coniferen zählen die Bastkäfer oder Hylesinen; im Westpreussischen Provinzial-Museum sind zahlreiche Einschlüsse von *Hylesinus* FABR. vorhanden, und Herr O. HELM theilte mir mit, dass auch seine Sammlung zehn Exemplare dieser Gattung enthält. Die in der Jetztzeit bekannten Arten bewohnen fast immer Nadelhölzer und leben entweder in der Innenrinde oder flach im Splint und gehen nie tiefer in das Kernholz hinein. Von hervorragender Bedeutung ist *H. piniperda* L., der sog. Waldgärtner, welcher hauptsächlich auf der Kiefer lebt, aber sowohl deren ganz gesundes, als auch deren todtes Holz meidet. Vielmehr sucht er nur solche Stämme auf, welche bereits durch Windbruch, Blitzschlag, Schneedruck, durch parasitische Pilze oder Raupenfrass u. dgl. gelitten haben; hierbei ist es übrigens ohne Belang, ob dieselben noch stehen oder liegen. Wenn der Käfer lebende Theile des Stammes anbohrt, so tritt nach ALTUM[2]) ein starker Harzausfluss ein, welcher sich trichterförmig um das Bohrloch herumlegt. Er befällt übrigens nicht allein Stämme und ältere Aeste, sondern auch die Spitzen der Haupt- und Seitentriebe, bohrt sich hier ein und nagt den jungen Trieb aus, indem er auf- und absteigend dem Markcylinder folgt. Diese ausgehöhlten Zweige, auch wenn sie ein frisches Aussehen und volle Benadelung besitzen, brechen leicht ab und bedecken dann in grösserer Menge den Waldboden. Wenn sie aber nicht vom Wind erfasst werden, vergilben ihre Nadeln und fallen schliesslich ab, während die nackten Stiele stehen bleiben. Es ist vorweg nicht unmöglich, dass einzelne Wunden wieder ausheilen, jedoch in den meisten Fällen gehen die Spitzen und zugleich auch die Zapfen verloren. Die Bäume zeigen, falls sie stark befallen sind, einen sehr veränderten Wuchs, indem die Krone äusserst lückig und mehr oder weniger spitzkegelig wird, ähnlich derjenigen der Rothfichte und Eibe. Durch die Einwirkung von *Hylesinus piniperda* auf unsere Kiefer wird diese habituell so verändert, als ob sie künstlich beschnitten und zugestutzt wäre, worauf sich auch die deutsche Bezeichnung des Käfers bezieht. Derartige Bäume fallen nun zweifellos auf und werden in der Folge besonders auch von anderen Thieren, z. B. vom Specht angegangen. Der Schaden, welchen dieser Käfer anrichtet, ist zuweilen ganz gewaltig, denn er bringt alte, kränkelnde Bäume zum raschen Absterben und macht Tausende von jungen Bäumen zu elenden Krüppeln, welche dann anderweitigen Angriffen um so leichter ausgesetzt sind. Als durch die Sturmfluthen 1872 und 1873 im Forstrevier Darss, Reg.-Bez. Stralsund, gegen 60 000 Festmeter Holz geworfen waren und die vom Salzwasser berührten Nadelholzbestände zu kränkeln begannen und schliesslich eingingen, war für *Hylesinus piniperda* eine ungeheure Masse von Brutmaterial entstanden. Da das Holz nicht rasch genug aufgearbeitet werden konnte, zeigte sich im Herbst 1874 in elf Jagen auf grossen Flächen eine solche Menge von Abbrüchen, dass die dortigen Kiefern nicht einen einzigen Trieb vom letzten Jahr behalten hatten. Die an den Bäumen noch hängenden Nadeln waren ausschliesslich zweijährige,

---

1) B. ALTUM. Forstzoologie. III. Band. Insecten. 1. Abth. II. Aufl. Berlin 1881. S. 283.

2) B. ALTUM. Ebenda S. 253.

welche noch im Laufe des Winters abfielen, sodass die Kiefern dann völlig nadellos wurden. Abgesehen von diesen elf Jagen, hatten auch andere grosse Flächen durch Ueberschwemmung gelitten und boten dem in Rede stehenden Insect enorme Massen von Brutmaterial dar[1]); es ist die Annahme wohl zulässig, dass auch im Bernsteinwald derartige Inundationen eingetreten sind, wodurch ähnliche Verheerungen durch den gedachten Käfer hervorgerufen sein können. Aber auch sonst, wenn dies nicht der Fall gewesen wäre, gab es eine Reihe von anderen Ereignissen, wie z. B. Baumschlag, Sturmschäden, Blitzschlag und Schneebruch, welche die Vorbedingungen zum Auftreten jenes Insectes an den Kiefern der Bernsteinzeit schufen.

Neben dem vorgenannten Waldverderber, sei hier noch auf einen zweiten, *Hylesinus micans* KUG. hingewiesen, welcher in erster Reihe auf Fichten, ausnahmsweise aber auch auf Kiefern vorkommen soll. Beim Anflug bohrt das Weibchen durch die Rinde in das Splintholz einen Canal, aus welchem reichlich Harz austritt. Nach ALTUM[2]) häuft sich dasselbe entweder, ähnlich wie bei *H. piniperda*, trichterförmig an, oder es fliesst, wie das Wachs bzw. Stearin an den dem Zugwind ausgesetzten Kerzen, in einzelnen Strähnen oder in unförmlichen Stücken von nicht unbeträchtlicher Grösse am Stamm entlang; durch überreichen Harzfluss vermag dieser Bastkäfer sogar Fichten zu tödten. Der genannte Forscher hält es für zweifellos, dass er ganz gesunde Stämme angreift, indessen bevorzugt er jedenfalls solche, welche durch Eisbehang, durch Schälen von Rothwild, durch Viehtritt oder andere Factoren schon eine Beschädigung erfahren haben. Der Käfer brütet nämlich sehr niedrig, etwa am Wurzelanlauf, ja auch sogar an zu Tage tretenden Wurzeln selbst, geht aber bei Astbrüchen, Baumschlag oder dergl. bis hoch hinauf. Er war früher als Forstfeind kaum bekannt, jedoch fand ALTUM ihn in allen von ihm besuchten Fichtenrevieren und zählt ihn zu den schädlichsten Feinden der Fichte. Wenn an stärkeren Stämmen ein einzelner Familienfrass vorkommt, so vernarbt die Wunde wieder, allein wenn mehrere Familien denselben besetzen, tritt bald ein Kränkeln ein.

Den Hylesinen nahe verwandt sind die echten Bostrichiden oder Borkenkäfer, welche zumeist unter der Rinde von Coniferen leben, indessen gehen einige auch tief in das Holz hinein. Aehnlich wie jene, greifen auch diese Käfer hauptsächlich kränkelndes Material an und bringen dieses rasch zum Absterben. Im Succinit kommen Bostrichiden nicht gerade selten vor, so enthält beispielsweise die Sammlung HELM[3]) vierzehn Stücke mit *Bostrichus*, und nach KLEBS[4]) sind auch zahlreiche, hierher gehörige Einschlüsse in den Sammlungen der Herren STANTIEN & BECKER vorhanden. Man kann hieraus entnehmen, dass die Borkenkäfer, ebenso wie in der Gegenwart, auch damals ihren schädigenden Einfluss auf die Waldbäume ausgeübt haben. Unter den heute lebenden Arten bewohnen *Bostrichus amitinus* EICHH., *B. bidens* F., *B. lineatus* OL. und *B. laricis* F. die Kiefern, Fichten und Lärchen, hingegen *B. stenographus* DFTSCH. vornehmlich die Kiefern und *B. typographus* L., *B. pusillus* GYLL., *B. chalcographus* L., *B. abietis* RTZB. besonders die Fichten. Von der enormen Gefährlichkeit der Borkenkäfer liefert die Calamität zum Beginn der 70er Jahre im Böhmerwald ein trauriges Beispiel, und ich habe schon in einem früheren Abschnitt die Verheerungen geschildert, welche durch wiederholten Windbruch dort angerichtet waren. Da die gefallenen Baummassen nicht schnell genug aufgearbeitet worden waren, entwickelte sich unter frühzeitiger Wärme im Frühjahr 1872 der Borkenkäfer in Besorgniss erregender Menge. Man sah sich einer baldigen Zerstörung des ganzen Waldes gegen-

[1]) ALTUM. Waldbeschädigungen durch Thiere. Berlin 1889. S. 258.

[2]) ALTUM. a. a O. S. 262.

[3]) HELM. Mittheilungen über Bernstein. XIII. Ueber die Insecten des Bernsteins. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. VI. Bd. 3. Heft. Danzig 1886. S. 267.

[4]) R. KLEBS. Aufstellung und Katalog des Bernstein-Museums von STANTIEN & BECKER. Königsberg 1889.

übergestellt und rief daher endlich die Hilfe des Staates an. Derselbe bewilligte sehr beträchtliche Mittel, sodass von auswärts gegen tausend Arbeiter herangezogen werden konnten, um das Holz aufzuarbeiten. Erst nach drei Jahren wurde man Herr der Situation, nachdem mehr als vier Millionen Klafter Holz verloren gegangen waren, und noch heute erkennt man die Spuren damaliger Devastation.

Von anderen Käfern, welche den stehenden Baum angreifen, seien hier noch die Buprestiden oder Prachtkäfer genannt. A. MENGE[1]) führt aus seiner, jetzt dem Provinzial-Museum gehörigen Sammlung vier Stücke, O. HELM aus seiner Sammlung zwanzig Stücke auf, und auch das Bernstein-Museum der Herren STANTIEN & BECKER enthält zahlreiche, hierher gehörige Einschlüsse. Ausserdem besitzt das Westpreussische Provinzial-Museum ein auf Taf. XV. Fig. 10 abgebildetes Stück Bernsteinholz, welches mehrere Eingänge zu Puppenwiegen zeigt. Dieselben sind hochelliptisch und bilden auf der einen Seite eine sehr scharfe und auf der anderen eine abgeschrägte Kante; dies ist namentlich an der Oeffnung (Fr.) zu erkennen, welche 3 mm Höhe und 1.25 mm Breite misst. Wie der Vorstand der Coleopteren-Sammlung im Königlichen Museum für Naturkunde, Herr H. KOLBE in Berlin, erklärte, ist die Form dieser Oeffnung charakteristisch für Buprestiden, und es würde unter diesen zunächst die Gattung *Anthaxia* ESCH. in Betracht zu ziehen sein. Die Buprestiden bilden eine sehr artenreiche Familie, welche Wärme und hellen Sonnenschein liebt; sie sind echte Waldbewohner, jedoch lieben sie nicht den geschlossenen, schattigen Hochwald, sondern die Ränder und lückigen Stellen. Die Gattung *Anthaxia* umfasst kleine Arten, welche in allen Theilen der Erde, mit Ausnahme von Australien, leben. In unseren Nadelwaldungen ist *A. quadripunctata* L., welche beiläufig 6 mm misst, sehr häufig. Nach ALTUM[2]) finden sich ihre Larvengänge zahlreich in schwachen Kiefern, meist freilich im Abraum, jedoch vermag die Larve stellenweise junge Kiefern bis zu einem Alter von zwölf Jahren zu tödten. Der Käfer fliegt im Juni oder Juli an und legt seine Eier in die Borkenrisse der Kiefer. Die Larve begiebt sich noch in demselben Sommer ins Innere zwischen Rinde und Splint und nagt sich hier scharfrandige mit Wurmmehl verstopfte Gänge, die von oben nach unten verlaufen und unregelmässig geschlängelt sind. Im folgenden Jahr setzt sie den Frass fort und begiebt sich schliesslich tief in den Splint hinein, wo die Verpuppung erfolgt. Wenn die junge Kiefer von mehreren Larven besetzt wird, fängt sie an zu kränkeln und lässt bald durch ihr abnormes Aussehen den inneren Feind erkennen. *A. quadripunctata* frisst in Süddeutschland auch an Rothfichten und *A. praticola* LAP. an Aesten von *Pinus Pinaster* SOL.

Eine andere Familie, welche im Succinit sehr häufig vorkommt, ist die der Nagekäfer oder Anobiiden, von denen Herr HELM in seiner Sammlung allein 42 Stücke zählt. Ueberdies befindet sich im Provinzial-Museum hierselbst ein im Succinit eingeschlossenes Stück Holz mit zahlreichen Gängen, welche nach Ansicht des Herrn H. KOLBE in Berlin von einem Anobiiden herrühren. Dieses Stück liegt in einem klaren Succinit, welcher auch die Gänge selbst ausgefüllt hat. Die hierher gehörigen Käfer sind klein und unansehnlich und leben bald in stehenden Bäumen, bald in Stöcken, in Zapfen oder in altem Nutzholz. Ihre Larven durchnagen in allen Richtungen das Holz und verwandeln es oft vollständig in ganz kleine, lose Brocken, ja fast in Mehl. *Anobium nigrinum* ER. befällt die frischen Triebe jüngerer Kiefern, und seine Larve frisst in ganz ähnlicher Weise, wie der Käfer von *Hylesinus piniperda* L., die Markröhre aus. Die Larve von *A. abietis* F. lebt in den Zapfen der Fichte und zerstört zunächst die Spindel, ehe sie auf die Basis der Schuppen übergeht; daher zerfallen die Zapfen oft schon bei der leisesten Berührung. Zu Anfang des Sommers belegt der Käfer die neuen Zapfen,

---

1) MENGE. Lebenszeichen vorweltlicher, im Bernstein eingeschlossener Thiere. Programm der Petrischule in Danzig 1856. S. 22.
2) ALTUM. Forstzoologie. III. Band. Insecten. 1. Abth. II. Aufl. Berlin 1881. S. 120.

welche bald den Frass im Innern durch Austritt von Harz erkennen lassen. Dieser Zapfenzerstörer tritt in einzelnen Jahren in den Fichtenrevieren in einer wahrhaft grossartigen Menge auf. ALTUM[1]) behauptet, dass man im Herbst vom Erdboden kaum einen Zapfen auflesen kann, ohne ihn im Innern mit Larven erfüllt zu sehen; er hat nie ein Fichtenrevier besucht, wo es ihm nicht stets sehr leicht geworden wäre, besetzte Zapfen aufzufinden.

Die Cerambyciden oder Bockkäfer sind zwar meist grosse Käfer, finden sich aber dennoch zuweilen unversehrt im Succinit vor; HELM führt aus seiner Sammlung acht Exemplare an, und auch KLEBS[2]) erwähnt in seinem Verzeichniss mehrfach diese Käfer im Succinit. Sie erscheinen bei uns im warmen Sommer und legen ihre Eier an der Rinde ab oder führen sie vermöge ihres Legestachels tief in deren Risse ein. Die Larven fressen dann bis zum Herbst gewöhnlich oberflächlich, überwintern unter der Rinde und setzen im nächsten Sommer ihren Frass im Holz fort; sie überwintern darauf nochmals, fressen im folgenden Frühjahr noch etwas weiter und schreiten dann erst zur Verpuppung. Es giebt hierunter mehrere Käfer, deren Larven in unseren Nadelhölzern, speciell auch in der Kiefer leben, wie z. B. *Spondylis buprestoides* L., auf welche ganz besonders der Schwarzspecht Jagd macht; ferner *Prionus faber* F., *Pogonscherus fascicularis* Pz. u. a. m. Sodann in der Rothfichte *Callidium luridum* L., *Monohammus sutor* L. etc., und abgestorbene Hölzer werden noch von zahlreichen anderen Bockkäfern bewohnt. Ich will hier noch bemerken, dass GOEPPERT[3]) ein Stück Succinit mit Holzeinschluss und mit einem Abdruck erwähnt und abbildet, welchen er wohl einer *Cerambyx*-Larve zuschreibt. Das Original hat mir zwar nicht vorgelegen, indessen geht aus der Abbildung zur Genüge hervor, dass von Fusspaaren keine Spur erhalten ist; deshalb kann man auch nicht mit Bestimmtheit aussagen, dass der Abdruck von einer Käferlarve herrührt, wenngleich es nahe liegt an eine solche, und zwar besonders an die Larve einer Cerambycide zu denken. Herr O. HELM hierselbst besitzt einen ähnlichen Abdruck, welchen er auch für den einer Bockkäferlarve ansprechen möchte.

2. Vögel.

Als seltenere Einschlüsse im Succinit finden sich Vogelfedern, und ich kenne einzelne Exemplare derselben aus den Sammlungen in Berlin, Danzig und Königsberg i. Pr. Leider ist eine umfassende Bearbeitung dieser Reste ebenso wenig, wie derjenigen aus den meisten anderen Ordnungen des Thierreiches erfolgt. Auf mein Ansuchen hat Herr Hofrath Dr. A. B. MEYER in Dresden, gemeinsam mit Herrn Dr. HAASE, jetzt in Königsberg i. Pr., drei Reste von Vogelfedern aus den hiesigen Sammlungen untersucht und eine kurze Notiz darüber veröffentlicht[4]). Hierin interessirt uns vornehmlich die Thatsache, dass ein Federrest von rostrother Farbe eine gewisse Aehnlichkeit mit Federn von Spechten, z. B. des grossen Buntspechtes, *Picus major* L., besitzt; indessen macht der Verfasser darauf besonders aufmerksam, dass nach dem vorliegenden Material eine derartige Beziehung nur mit Vorbehalt ausgesprochen werden kann. Ich lasse es daher auch dahingestellt, ob die gedachte Feder in der That dem grossen Buntspecht angehört, und will aus jenem Befund nur im Allgemeinen folgern, dass Spechte bezw. spechtartige Vögel im Bernsteinwald gelebt haben.

---

1) ALTUM. a. a. O. S. 154.

2) R. KLEBS. Aufstellung und Katalog des Bernstein-Museums von STANTIEN & BECKER. Königsberg i. Pr. 1889.

3) GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. S. 8. Taf. I. Fig. 5.

4) A. B. MEYER. Notiz über in Ostsee-Bernstein eingeschlossene Vogelfedern. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. VI. Bd. 4. Heft. Danzig 1887. S. 206.

Hieraus ergiebt sich weiter, dass — entsprechend den Vorkommnissen in der Gegenwart — wohl auch an den damaligen Waldbäumen, namentlich an den Bernsteinbäumen, eine Reihe von Beschädigungen vorgekommen sein mögen, welche jenen Thieren ihren Ursprung verdanken. Die Spechte nähren sich hauptsächlich von Insecten, welche sie aus der Rinde und aus dem Holz der Bäume heraushacken; andere Arten bevorzugen wiederum Baumsämereien und richten daher in den Nadelholzwaldungen zuweilen beträchtlichen Schaden an. Wenngleich die Spechte durch Vertilgung waldschädlicher Insecten Nutzen bringen, so steht demselben ein bedeutender Schaden durch Verletzung der Bäume gegenüber. Sie schlagen meistens kränkelnde Stämme an, indessen kommt es auch oft genug vor, dass sie sich über das Vorhandensein ihrer Beute im Holze irren und insectenfreie Bäume angreifen. Ein solches Individuum reizt dann den Vogel auch in der Folge und veranlasst ihn später zu neuen Schnabelhieben. So treten oft an denselben Stellen Jahr für Jahr neue Verwundungen auf, wodurch schliesslich erhebliche Fetzen der Rinde losgetrennt werden. Die Anordnung der Hiebe ist verschieden; bald liegen sie zerstreut nebeneinander und bedecken grössere Partieen, besonders von mittelstarken Stämmen; bald beschränkt sich der Vogel auf ringförmiges Percutiren, vornehmlich an stärkeren Individuen. In letzterem Falle legt er in gewissen Zwischenräumen einige oder zahlreiche, horizontale Ringe an, welche aus dicht beisammen stehenden Einzelhieben gebildet werden. Wenn er nun in den oberen Theilen des Stammes durch die dünne Rinde in das Cambium eindringt, entstehen später Ueberwallungsringe, welche dem ganzen Stamm ein eigenthümliches Aussehen verleihen. Solche Exemplare finden sich zuweilen auch in unseren wohlgepflegten Forsten, und ich empfing im Jahre 1882 vier Abschnitte eines auf obige Weise geringelten Stammes von *Pinus silvestris* L. aus dem Revier Oliva unweit Danzig, vom Königl. Oberförster Herrn Liebeneiner daselbst. Ausserdem habe ich Ringelverwundungen an Nadelhölzern, hauptsächlich an *Picea excelsa* Lk. im Harz, im Riesengebirge und in anderen Gebirgswäldern beobachtet. In den Kreisen der Forstleute gilt besonders der grosse Buntspecht als Urheber dieser Erscheinung, welche sie früher mit dem Namen der Wanzenbäume und jetzt besser mit dem Namen der Ringelbäume belegen.

Viele Spechtarten, besonders der Schwarz-, Grün- und Grauspecht, vertilgen Ameisen in grösseren Mengen. Es giebt nun Ameisen, wie *Camponotus herculanus* L. und *C. ligniperdus* Latr., welche in den Stämmen von Fichten und Tannen wohnen und durch Ausnagen des weicheren Frühlingsholzes Termitenähnliche Zerstörungen anrichten. Der Schwarzspecht schlägt solche Stämme an und verursacht oft tiefe Löcher von 25 cm Höhe und darüber. Wenngleich hierdurch ein Theil jener Ameisen vernichtet wird, entstehen doch zahlreiche neue und grossartigere Verwundungen, wodurch den Pilzen und Atmosphärilien hinreichende Angriffsstellen dargeboten werden. Ich entsinne mich von meiner frühern Thätigkeit am Königl. Botanischen Garten zu Breslau her, dass dort aus dem schlesischen Gebirge ein starker Stammabschnitt von *Picea excelsa* Lk. aufgestellt war, welcher zunächst von jenen Ameisen angegriffen und darauf vom Schwarzspecht äusserlich recht erheblich beschädigt war. Ferner begegnete ich einem anderen ausgezeichneten Exemplar dieser Art im verflossenen Sommer auf dem Wege von Klingenbrunn nach dem Gr. Rachel im Baierischen Wald; eine starke Rothfichte war vornehmlich auf einer Seite mit grösseren, abgerundet-rechteckigen Oeffnungen versehen, die fast in einer Reihe übereinander standen.

Im Succinit sind durch Gustav L. Mayr[1]) mehrere Species der obigen Gattung *Camponotus* bekannt geworden, indessen will ich nicht verschweigen, dass er nähere Verwandte der beiden genannten, recenten Arten nicht gefunden hat; seit mehr als zwanzig Jahren wurden die sehr zahlreichen Ameisen des baltischen Bernsteins nicht wieder durchgesehen.

---

1) G. L. Mayr. Die Ameisen des baltischen Bernsteins. Beiträge zur Naturkunde Preussens. I. Band. Königsberg 1868. S. 26.

Der grosse Buntspecht gilt, neben dem Eichhörnchen und dem Kreuzschnabel, auch als Hauptzerstörer der Kiefernzapfen. Er ist weit mehr Samen- als Insectenfresser und kann mit Recht ein ausgeprägter Charaktervogel unserer Kiefernwaldungen genannt werden. Er bricht den noch grünen oder schon gereiften Zapfen ab und klemmt ihn entweder in einen natürlichen Riss der Borke oder in eine hierzu ausgemeisselte Oeffnung, oder aber er legt ihn auf einen wagrechten Aststumpf und hält ihn mit den Zehen fest. Nachdem der Vogel den oberen Theil des Zapfens genügend bearbeitet hat, wirft er denselben herunter, um bald einen neuen zu holen. Da er die Zapfen immer nach einer bestimmten Stelle zum Aufschlagen zusammenträgt, häufen sich diese Spechtzapfen unter einzelnen Bäumen in so grosser Menge, dass man leicht Körbe voll sammeln könnte. Wenn nun die nächste Umgebung solcher Spechtschmiede, wie sie der Forstmann nennt, von guten Zapfen nahezu ausgeplündert ist, wird dieselbe weiter verlegt, und auf diese Weise werden die zapfentragenden Bäume stark beraubt. Jeder, der unsere Nadelwälder durchwandert, wird angesichts der gewaltigen Mengen vernichteter Zapfen, die am Grunde einzelner Stämme lagern, die Ueberzeugung gewinnen, dass der Specht auch nach dieser Richtung hin einen nicht unerheblichen Schaden anrichtet.

Endlich kommen wir zu dem dritten Punkt seiner Thätigkeit, dem Höhlenzimmern in Stämmen, vornehmlich auch in Kiefern und Fichten. In vielen Fällen mögen sie zur ersten Anlage eine kranke Stelle, z. B. ein Astloch wählen, jedoch habe ich selbst öfters gesehen, dass auch anscheinend ganz gesunde Stellen angemeisselt wurden. Während das Flugloch klein bleibt, zieht sich die eigentliche Höhle tief in das Innere hinein; sie dient dem Vogel nicht allein zum Brutgeschäft, sondern auch zur Nachtruhe. Begreiflicher Weise haben Pilzkeime und atmosphärische Niederschläge auf diesem Wege ungehinderten Zutritt, und es wird bald ein Fäulnissprocess eingeleitet, der immer weiter fortschreitet. Daher ist es nachträglich oft schwer zu entscheiden, ob das Holz schon krank war, als es vom Specht angemeisselt wurde, oder ob es erst später in Fäulniss überging; jedenfalls sind alle alten Spechtbäume auf kürzere oder weitere Strecken im Innern pilzkrank und hohl. Daher werden sie auch bald aus unseren Forsten entfernt, und man kann sie nur noch selten hier beobachten; wenngleich das Flugloch klein ist und oft unter einem schützenden Ast versteckt liegt, würden doch die an der Basis des Stammes liegenden Holzspäne darauf hindeuten. Vor drei Jahren erhielt ich für das Provinzial-Museum einen Kiefernabschnitt mit Spechthöhle, welcher aus der Königlichen Oberförsterei Okonin bei Frankenfelde in Westpreussen herrührt. Es findet sich an der Aussenseite zunächst oben eine conische Oeffnung von 5—6 cm Durchmesser, welche der Vogel, vielleicht wegen irgend welcher Hindernisse, denen er begegnete, nicht weiter verfolgt hatte. Nahe darunter liegt das eigentliche Flugloch von elliptischem Umriss, dessen senkrecht verlaufende Längsaxe 13 cm hoch ist. Ein Längsschnitt durch das gedachte Stück zeigt, dass sich an das Flugloch ein sehr kurzer, wagrechter Canal anschliesst, welcher sich dann abwärts in einen 42 cm hohen und 16 cm weiten, cylindrischen Hohlraum erweitert; der Stammdurchmesser beträgt etwa 28,5 cm. Das ganze Holz ist fest und anscheinend gesund, die inneren Wände sind ziemlich glatt ausgemeisselt und wenig gebräunt.

Hiernach ist es wahrscheinlich, dass Spechte schon im Bernsteinwald manche Baumsämereien zerstört, die Rinde und das Holz der Bernsteinbäume angeschlagen und auch Höhlen in letzteren gezimmert haben.

3. Säugethiere.

Wir wissen aus der allgemeinen Geologie, dass zur Eocenzeit bereits Säugethiere existirt haben, und es ist a priori wahrscheinlich, dass auch der Bersteinwald von Vertretern dieser Abtheilung be-

wohnt wurde. Es liegt in der Natur der Sache, dass Skeletttheile von Säugethieren im Succinit schwerlich aufzufinden sein werden, jedoch besitzen wir andere Anzeichen für das Vorhandensein jener Thiere im Bernsteinwald; und zwar sind es einmal gewisse Insecten- und dann auch manche Haareinschlüsse. Schon BERENDT[1]) erwähnt drei Dipterengattungen, welche auf grössere, warmblütige Geschöpfe angewiesen sind, nämlich eine Viehbremse *Tabanus* L., eine Nasenbremse *Oestrus* L. und eine Stechfliege *Stomoxys* MEIG. Ferner führt LOEW[2]) das blutsaugende Weibchen eines zu den Tabaniden gehörigen *Silvius* und das Weibchen einer Stechmücke an, welche von der lebenden Art. *Culex pipiens* L., schwer zu unterscheiden ist[3]). Auch sonst mögen in der Literatur noch zerstreute Angaben von solchen Insecten gemacht sein, deren Lebensweise an Säugethiere gebunden ist.

Thierische Haare im Succinit gehören nicht gerade zu den Seltenheiten, denn das Westpreussische Provinzial-Museum, einschliesslich der Sammlung HELM, besitzt 32 und das Königl. Museum für Naturkunde in Berlin 13 derartige Stücke; ausserdem kenne ich 3 Stücke mit thierischen Haaren aus dem Museum der Firma STANTIEN und BECKER in Königsberg. In den meisten Fällen kommen diese Haare in grösserer Menge als Büschel oder als wirrer Flock vor, selten findet man sie vereinzelt. Daher kann man annehmen, dass diese Haare seiner Zeit nicht vom Winde mitgeführt sind, wie dies wohl bei Federn vorkommen mag, sondern dass die Thiere selbst, denen sie angehörten, sie an der klebrigen Harzmasse abgestreift haben. Diese Einschlüsse waren bis jetzt leider noch nicht untersucht, obwohl eine Arbeit hierüber eine besondere Bedeutung für die Kenntniss der Säugethierfauna jener Zeit hätte erlangen können. Da der Docent für Forstzoologie in Eberswalde, Herr Dr. ECKSTEIN, vor Kurzem Anlass hatte, sich mit der mikroskopischen Prüfung recenter thierischer Haare zu beschäftigen[4]), so bat ich ihn, auch die im Succinit vorkommenden, analogen Objecte zu untersuchen. Er hat sich bereitwilligst dieser Mühe unterzogen und soeben eine kleine Abhandlung hierüber veröffentlicht[5]). Aus derselben geht hervor, dass zahlreiche Haareinschlüsse den Myoxiden und Sciurinen aus der Ordnung der Nager angehören. Die Myoxiden oder Schlafmäuse sind hier weniger von Belang, weil sie vornehmlich von den Sämereien, von den Knospen und Rinden der Laubhölzer leben, hingegen mögen die Sciurinen oder Eichhörnchen einer eingehenden Betrachtung unterzogen werden.

Die **Eichhörnchen** sind ausgeprägte Waldthiere und leben gewöhnlich hoch in den Bäumen, wo sie ihre grossen, kugeligen Nester bauen. Sie lieben das Nadelholz eben so sehr als das Laubholz, und ziehen immer dorthin, wo ihnen die grösste Menge an Baumsämereien geboten wird. Denn diese, und zwar die mit harter Schale oder mit sonstiger härterer Umhüllung, bilden die eigentliche Nahrung der Eichhörnchen. Daher treffen wir in unseren Nadelwaldungen oft Spuren ihrer Thätigkeit, indem der Boden mit Schuppen- und Spindelstücken der nach den Samen zernagten Zapfen bedeckt ist. Nach ALTUM[6]) treten diese Thiere in wahrhaft verwüstender Weise in allen unseren Fichtenrevieren auf, wo stellenweise fast die ganze Ernte zerschrotet am Boden liegt. Auch von der gemeinen Kiefer und von der Weymouthskiefer werden oft die Zapfen in erstaunlicher Menge zerstört, und besonders lüstern sind die Hörnchen nach den Zapfen der Zirbelkiefer, *Pinus Cembra* L. Der genannte Autor

---

[1]) BERENDT. Die Insecten im Bernstein. 1. Heft. Danzig 1830. S. 36.

[2]) LOEW. Ueber die Dipterenfauna des Bernsteins. Amtlicher Bericht über die 35. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Königsberg i. Pr. 1860. Königsberg 1861. S. 88 ff.

[3]) LOEW. Ueber den Bernstein und die Bernsteinfauna. Programm der Königl. Realschule zu Meseritz 1850. S. 28.

[4]) ECKSTEIN. Wie lassen sich die Haare von Elch, Hirsch, Reh, Ren- und Damwild von einander unterscheiden? Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Berlin 1889. 5. Heft. S. 1.

[5]) ECKSTEIN. Thierische Haareinschlüsse im baltischen Bernstein. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. VII. Bd. 3. Heft. Danzig 1890. S. 90 ff. Taf. II.

[6]) ALTUM. Forstzoologie. I. Band. Säugethiere. II. Aufl. Berlin 1876. S. 72.

berichtet, dass die Thiere sogar nach dem Vorhandensein oder Fehlen dieser Bäume ihren Aufenthaltsort weithin wechseln, und wo in der Ebene die Zapfen derselben zur Reife kommen, bleibt kein einziger verschont. Auch alle anderen Abietaceen sollen nach ALTUM von Eichhörnchen angegriffen werden.

Wenn es aber in den Baumkronen an Samen mangelt, zumal in schneeigen Wintern, wo auch die auf den Erdboden gefallenen unzugänglich sind, werden die Knospen und jungen Triebe von Nadelhölzern angenagt und verzehrt. Hauptsächlich leiden hierunter die Rothfichten, aber auch Kiefern und Tannen. Den grössten Schaden verursachen die Eichhörnchen zweifellos durch das Schälen der Rinde, und zwar kommt dies hauptsächlich bei Kiefern und Lärchen vor. ALTUM lernte in Westfalen einen 40 ha grossen Forstort kennen, wo das Schälen in einem Winter bei schneebedecktem Boden durchaus unvermuthet in so grossem Umfange stattgefunden hatte, dass Tausende von Kiefern in geringerem oder in höherem Maasse beschädigt waren. Diese Schälwunden ziehen sich entweder an einer Seite entlang oder ringförmig oder auch in Form einer Spirale um den Stamm herum; die Spiralringelung tritt bei der Kiefer zuweilen so regelmässig auf, dass derartige Stücke in Sammlungen gewöhnlich den Verdacht als durch Menschenhand ausgeführte Kunstproducte erwecken.

Nach diesen Ausführungen ist wohl anzunehmen, dass auch die Eichhörnchen an den Kiefern und Fichten des Bernsteinwaldes, durch Zernagen der Zapfen und Triebe, sowie durch Schälen der Rinde, zahlreiche Beschädigungen im Engeren und Weiteren hervorgerufen haben.

Viehtritt. Aus dem Vorhandensein der bereits bekannten und oben angeführten Insecten geht hervor, dass grössere Säugethiere den Bernsteinwald belebt haben. Dieselben haben nun zweifellos auch eine Reihe von verschiedenen Beschädigungen an den Bersteinbäumen und an anderen Bäumen und Sträuchern des damaligen Waldes zur Folge gehabt. Ich will ganz absehen von der specifischen Einwirkung des Rothwildes, Schwarzwildes etc., weil dessen Existenz zur Bernsteinzeit nicht erwiesen ist, und nur im Allgemeinen die Einwirkung grösserer Säugethiere auf Waldbäume überhaupt schildern. An solchen Orten, wo sie häufig verkehren, zum Wasser gehen oder sich lagern, wird der Boden gelockert und gelegentlich durch Regen abgeschlemmt, zumal wenn das Terrain geneigt ist. In Folge dessen treten die flachliegenden Wurzeln zu Tage und werden nun der unmittelbaren Beschädigung durch Viehtritt und andere Vorgänge ausgesetzt. Ich habe oft in Nadelwaldungen blosgelegte Wurzeln gesehen, die mit derartigen Wunden dicht bedeckt waren. Falls hier nicht ein Harzfluss erfolgt, tritt bald unter andauernder Feuchtigkeit eine Zersetzung ein, welche immer schneller und tiefer in das Wurzel- und Stammholz eindringt. Sie bewirkt zunächst eine tief schwarzbraune Färbung und schliesslich ein völliges Ausfaulen des Kerns. Daher können die Verletzungen der Wurzeln durch Viehtritt zur Folge haben, dass die betroffenen Bäume eingehen. Dazu kommt, dass sich an solchen Wundstellen häufig Waldameisen, *Camponotus herculeanus* L. und *C. ligniperdus* STR., ansiedeln und das Innere des Stammes von unten bis auf einige Meter Höhe aushöhlen[1]). Ich will indessen nicht unterlassen, hier nochmals hervorzuheben, dass bei der vor länger als zwanzig Jahren erfolgten Bearbeitung der Ameisen des Succinits[2]) zwar drei Species von *Camponotus* MAYR, aber keine näher verwandten der oben erwähnten Thiere aufgefunden sind. Immerhin geht aus der vorstehenden Betrachtung hervor, dass der Aufenthalt grösserer Säugethiere im Bernsteinwald an den Bäumen mancherlei Beschädigungen hervorgerufen haben können, welche zu Harzaustritt Anlass gegeben und im weitern Verfolg auch das Leben derselben beeinträchtigt haben.

---

1) ROB. HARTIG. Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche. Berlin 1878. S. 73.

2) GUSTAV L. MAYR. Die Ameisen des baltischen Bernsteins. Beiträge zur Naturkunde Preussens. I. Band. Königsberg i. Pr. 1868. S. 26.

D. Beschädigungen am todten Holz.

Von vorneherein sei bemerkt, dass sich an dem fossilen Material nicht immer entscheiden lässt, in wieweit die Beschädigung den lebenden Baum und in wieweit sie das todte Holz betrifft. Die im frischen Holz vorkommenden, parasitischen Pilze führen nämlich ihr Zerstörungswerk fort, auch wenn der Baum theilweise oder gänzlich abgestorben ist. Dazu kommt, dass sich an der Oberfläche noch eine Menge von Saprophyten ansiedelt, welche z. Th. in das Innere des faulen Holzes hineinwachsen und sich hier verbreiten. Einige besitzen dicke und dickwandige, septirte und verzweigte, braune Hyphen, welche häufig im Innern der Markstrahlen verlaufen, und diese zum grossen Theil auffressen (Taf. XII. Fig. 1, 2 u. 3). Die Hyphen gehören jedenfalls einem Kernpilz an und erinnern oft, bei reichlicher Gemmenbildung, an WILLKOMM'S *Xenodochus ligniperda*. Einen ähnlichen Pyrenomyceten habe ich schon früher aus verkieselten Cupressaceen-Hölzern beschrieben[1]), und auch sonst sind mehrfach analoge Fälle beobachtet worden. Ferner sah ich einmal auf einem Holzstück im Succinit eine langgestreckte, ellipsoidische und an einem Ende gerade abgeschnittene Spore von olivengrüner Farbe, welche nach Ansicht des Herrn Dr. J. SCHRÖTER in Breslau, dem ich dieses Präparat vorlegte, der Gattung *Cladosporium* LINK angehört. In der Gegenwart bilden mehrere Species dieser Gattung kleine Räschen auf altem Holz und auf anderen abgestorbenen Pflanzentheilen. Ausserdem findet sich, meist an der Oberfläche des Bernsteinholzes, ein sehr dünnes, zartwandiges und farbloses Mycel, welches nach dem vorgenannten Autor an *Sporotrichum* LINK aus der Unterfamilie der Mucedineen erinnert. Die Sporotrichen wachsen heutzutage an faulenden Stämmen, wie überhaupt an abgestorbenen Pflanzentheilen, und bilden hier schimmelartige Ueberzüge. In einem anderen Präparat sah ich eine *Fusidium*-ähnliche Spore, die auf der Oberfläche auskeimte; die Vertreter dieser Gattung gedeihen auf lebenden und todten Blättern und anderen Pflanzentheilen. *Fusidium* ist mit *Sporotrichum* nahe verwandt. Uebrigens erwähnt GOEPPERT[2]) auch ein Pilzmycel an Insecten im Succinit unter dem Namen *Sporotrichites heterospermus;* jedoch habe ich das Original hierzu nicht vergleichen können.

Ferner sind unter den saprophytisch lebenden Pilzen die Hymenomyceten vertreten. Ein Succinitholz, welches zur Privatsammlung des Herrn Dr. med. BR. FISCHER in Berlin gehört, ist sehr stark zersetzt und zeigt hier und da schon kleinere ausgefaulte Hohlräume; an einer Stelle breitet sich, auf der Unterlage lose anhaftend, ein zartes spinnwebeartiges Gewebe aus, welches verzweigt, septirt und farblos ist (Taf. XII. Fig. 4). Hier und da erkennt man die, bei Basidiomyceten weit verbreiteten, Schnallenbildungen an den Scheidewänden (Fig. 5. 7); von den Hyphen erheben sich fruchttragende Aeste, an deren Enden die Basidien kugelig oder ellipsoidisch zu einem lockeren Hymenium zusammengestellt sind (Fig. 4. 6. 7). Die Sporen sind einfach, glatt und hyalin. Nach SCHRÖTER gehört dieser Pilz wohl sicher zu den Hypochnaceen, die in der Jetztzeit an faulenden Holz- und Rindetheilen weit verbreitet sind. Die recenten Arten *Hypochnus serus* FR., *H. isabellinus* FR., *H. sulfureus* SCHRÖT. u. a. kommen in unseren heutigen Wäldern oft an abgestorbenem, faulen Holz, namentlich auch an Nadelholz vor.

Es ist selbstverständlich, dass ausser den genannten noch andere Pilze am todten Holz der Bernsteinbäume aufgetreten und theilweise auch erhalten sind, jedoch wünschte ich nicht alle diejenigen Organismen

---

1) H. CONWENTZ. Die fossilen Hölzer von Karlsdorf am Zobten. Breslau 1880. Taf. VI. Fig. 18. p. g.

2) GOEPPERT u. BERENDT. Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt. Berlin 1845. S. 116. Taf. VI. Fig. 42 bis 45.

zu beschreiben, welche doch nur in losem Zusammenhang mit den Stammpflanzen des Bernsteins stehen. Deshalb schliesse ich auch die Flechten, die Leber- und Laubmoose hier aus, welche wohl die Zerstörung der Rinde und des todten Holzes weiter gefördert haben mögen, die aber einen wesentlichen Einfluss auf das Leben der Bernsteinbäume nicht gewinnen konnten. Diese Pflanzenordnungen werden zunächst vom descriptiven Standpunkt selbstständig zu bearbeiten sein, und einzelne kleinere Publicationen hierüber liegen bereits vor. GOTTSCHE[1]) hatte in einer vorläufigen Mittheilung eine grössere Anzahl von Lebermoosen im Succinit veröffentlicht, jedoch ist CASPARY[2]) ihm in der ausführlicheren Publication von 17 Species zuvorgekommen; die anderen Kryptogamen haben noch gar keine zeitgemässe Bearbeitung erfahren, indessen hoffe ich, dass namentlich die Pilze einmal von Seiten eines Mycologen einer speciellen Untersuchung werden gewürdigt werden.

Neben den Pilzen sind es wiederum die Insecten, welche auch am todten Holz das Werk der Zerstörung fortgeführt haben. Es ist anzunehmen, dass Insecten aus den verschiedensten Ordnungen hieran betheiligt gewesen sind, jedoch will ich nur auf diejenigen hinweisen, von deren Thätigkeit ein Beweis nach der einen oder anderen Richtung vorliegt.

Unter den Bernsteinhölzern finden sich sehr häufig solche Stücke, welche von zahlreichen, engen Bohrgängen durchsetzt sind. Dieselben verlaufen senkreckt zur Längsaxe des Holzes oder auch in anderer Richtung und können makroskopisch nur bei aufmerksamer Betrachtung erkannt werden; dagegen fallen sie bei der mikroskopischen Untersuchung der Dünnschliffe durch die gedachten Hölzer sofort auf. Hier bemerkt man, dass sie einen kreisrunden Querschnitt besitzen, welcher etwa 0,3 mm Durchmesser hat. Die zugehörigen Insecten haben meist ihre Gänge nicht gereinigt, vielmehr sind sie noch jetzt mit einer gleichmässigen, unförmlichen Masse oder mit einzelnen Kothballen ausgefüllt. Letztere haben eine längliche, ellipsoidische Gestalt und messen in der grössten Axe 0,04 bis 0,08 mm; sie bestehen aus Frassstücken von Holzzellen und umschliessen zuweilen kleinere oder grössere Partikelchen von Succinit. Diese Erscheinung, welche auf Taf. XIII. in Fig. 4 und 5 abgebildet ist, kommt so allgemein verbreitet vor, dass sie charakteristisch für den Erhaltungszustand der Succinithölzer ist; daher richtete ich beim Besuch von alten Nadelwäldern meine Aufmerksamkeit darauf, ob hier etwa ein analoges Vorkommen zu beobachten wäre. In der That fand ich sowohl im Böhmerwald, als auch in den Wäldern von Oestergoetland die nämliche Erscheinung wieder; sehr viele, vielleicht die meisten der hier am Boden lagernden, verrotteten Fichtenhölzer waren von feinen Bohrgängen durchsetzt, die senkrecht zur Längsaxe des Holzes, radial oder tangential, zuweilen auch ganz unregelmässig verlaufen.

Wie ich in der Einleitung bemerkt habe, gebe ich hier principiell keine einzige Zeichnung von recenten Objecten, daher genüge die Versicherung, dass die vorerwähnte Erscheinung weder mit unbewaffnetem Auge, noch im mikroskopischen Bilde, von jener im Holz der Bernsteinbäume zu unterscheiden ist; selbst die Art der Ausfüllung der Gänge, sowie das Aussehen und die Form der Kothballen stimmen genau mit jenen überein. Da ich auf diese Weise ein Analogon in der Gegenwart gefunden, hoffte ich auch mit leichter Mühe die Urheber jener Gänge kennen zu lernen; allein ich stiess dabei auf eine ungeahnte Schwierigkeit. Als ich mehreren erfahrenen Entomologen und Forstzoologen in Nord- und Süddeutschland die fraglichen recenten Hölzer vorlegte, erhielt ich zur Antwort, dass die daran sichtbare Beschädigung und das Insect, welches sie bewirkt hat, unbekannt seien. Es ist überraschend, dass eine Erscheinung, welche in unseren, allerdings entlegenen Nadelwäldern ganz häufig auftritt, bei den Entomologen keine Beachtung gefunden hat.

---

[1]) GOTTSCHE. Ueber die im Bernstein eingeschlossenen Lebermoose. Botanisches Centralblatt. XXV. Band. Cassel 1886. S. 95 ff.

[2]) ROB. CASPARY. Einige neue Pflanzenreste aus dem samländischen Bernstein. Schriften der Physikalisch-Oekonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Pr. Bd. XXVII. Königsberg 1886. S. 1.

Gelegentlich hatte ich auch Herrn G. BRISCHKE hierselbst, der eine specielle Kenntniss und langjährige Erfahrung in den unseren Waldbäumen schädlichen Insecten besitzt, von obiger Beobachtung Mittheilung gemacht. Wenngleich er mir sofort auch keine Auskunft zu geben vermochte, wandte er doch seine Aufmerksamkeit unausgesetzt diesem Gegenstande zu, und seinen Bemühungen ist es in der That gelungen, die vorliegende Frage der Lösung nahe zu bringen. Herr BRISCHKE fand nämlich in diesem Frühjahr in dem an seinem Hause zu Langfuhr bei Danzig belegenen Garten einige Stücke Erlenholz, welche von Pfählen herrühren, die durch mehrere Jahre in der Erde gesteckt hatten; diese Hölzer waren feucht und von Mückenmaden bewohnt, welche sie nach verschiedenen Richtungen durchfressen hatten. Ihm fiel sogleich die Aehnlichkeit der Bohrgänge mit denjenigen an den gedachten Stücken aus Böhmen und Schweden auf, und er beschloss daher jene Hölzer in Cultur zu nehmen, um die Entwickelung der Maden zu erwarten. Schon nach vierzehn Tagen schwärmten in dem mit Gaze verbundenen Glase, worin sich jene befanden, Hunderte von kleinen Mücken, welche der Gattung *Sciara* angehören; er unterschied zweierlei Arten, die er beide für neu hält[1]). Obwohl in diesem Falle Erlenholz und in dem anderen Fichtenholz vorliegt, sind nach Herrn BRISCHKE'S Ansicht auch die Bohrgänge in dem recenten Fichtenholz des Böhmerwaldes und der schwedischen Wälder, mithin auch die der Bernsteinhölzer, von Larven der Trauermücken *(Sciara)* verursacht.

Wenn wir nun unter den Insecten des Succinits Umschau halten, finden wir sehr häufig Vertreter dieser Familie vor. Schon LOEW[2]) sagt an einer Stelle: „Die Arten der Gattung *Sciara* sind eine wahre Qual für den, welcher die Bernsteinfauna genauer erforschen will; sie sind zahlreich, denn ich habe deren bereits 21 unterschieden.“ Später erwähnt er, dass er von einer einzigen Art dieser Gattung „schon viel über 300 Exemplare vor Augen gehabt“ habe. Diese Beobachtung steht in gutem Einklang mit dem sehr häufigen Vorkommen der von Sciarenlarven verursachten Bohrgänge im alten Holz der Bernsteinbäume.

Abgesehen von diesen Thieren, haben sich wahrscheinlich noch besonders Käfer am Zerstörungswerk betheiligt. Es ist nicht unmöglich, dass die oben beschriebenen Gänge von Buprestiden, cf. *Anthaxia*, im todten Holz hervorgerufen sind. Aus der grossen Zahl von bekannten Prachtkäfern im Succinit können wohl noch andere das abgestorbene Holz beschädigt haben; ferner *Anobium*, *Rhagium* u. a. m. Nachdem aber das Holz in einem hohen Grad der Zersetzung begriffen war, werden vielleicht auch Schnecken und andere Thiere diesen Process weiter gefördert haben.

E. Gesammteffect auf die Structur des Holzes.

Aus dem Vorstehenden erhellt, dass das Holz der Bernsteinbäume im Leben und nach dem Tode in sehr mannigfacher Weise angegriffen und zersetzt wurde. Zunächst machten sich atmosphärische Einflüsse geltend, ferner wurden die Bäume von niederen und von höheren pflanzlichen Parasiten, von Insecten und anderen Thieren heimgesucht, bis dann im absterbenden und im abgestorbenen Holz neue Factoren hinzutraten, welche unter dem wechselnden Einfluss von Wind und Wetter das Zerstörungswerk fortsetzten. Wenn man erwägt, dass diese Einwirkung während eines beträchtlichen Zeitraumes, sicherlich länger als durch Jahrhunderte fortbestanden hat, wird man es erklärlich finden, dass die Hölzer in ihrem Aeussern und Innern eine durchgreifende und wesentliche Veränderung

1) Herr G. BRISCHKE wird eine Mittheilung hierüber in dem nächsten, 13. Bericht des Westpreussischen Botanisch-Zoologischen Vereins veröffentlichen.

2) H. LOEW. Ueber den Bernstein und die Bernsteinfauna. Programm der Königl. Realschule zu Meseritz. Meseritz 1850. S. 33.

erfahren haben. Dieselben haben eine hellröthliche oder rothbraune, zuweilen auch eine dunkelbraune oder tiefschwarzbraune Farbe angenommen und zeigen an ihrer Oberfläche bzw. auf der Bruchfläche einen matten oder lebhaften Glanz. Auch die Consistenz der Bernsteinhölzer ist von derjenigen gesunder Hölzer sehr verschieden, insofern jene zum grössten Theil von feineren und gröberen Längs- und Querrissen (*Polyporus vaporarius* Fr., *P. mollis* Fr. etc.), zuweilen auch von zahlreichen Löchern durchsetzt werden (*Trametes Pini* Fr.). Daher sind die Hölzer mehr oder weniger brüchig geworden; jedoch wird diese Beschaffenheit in vielen Fällen cachirt, weil jene Zwischenräume von Harz ausgefüllt sind, wodurch das Holz wiederum an Festigkeit gewonnen hat.

Verfolgen wir nun die Veränderungen, welche sich im mikroskopischen Bilde zeigen. Die Pilzhyphen, welche in recenten Hölzern anfangs zart und farblos sind, werden später dickwandig und braun gefärbt. Wo im Bernsteinholz überhaupt noch Hyphen vorhanden sind, befinden sie sich in letzterem Stadium; in den meisten Fällen sind sie aber ganz geschwunden, denn hinter der Spitze der weiter wachsenden Hyphen wandert das Plasma auf Kosten der älteren Hyphentheile her. Diese entleeren sich bald, erhalten sich noch eine Zeit lang und werden dann, unter dem zersetzenden Einfluss des Pilzes, selbst wieder aufgelöst; daher kommt es auch, dass man in den Bernsteinhölzern gewöhnlich nichts mehr vom Pilz vorfindet, während die zahlreichen Bohrlöcher zweifellos darthun, dass derselbe einst im Innern des Holzgewebes thätig gewesen ist. Diese mikroskopischen Löcher sind im Allgemeinen so häufig, dass man nur selten einen Längsschliff erhält, auf welchem sie nicht zu beobachten wären. Wenn man die hier beigegebenen Tafeln betrachtet, findet man in den meisten bei hinreichender Vergrösserung gezeichneten Abbildungen von Tangential- und Radialschliffen weniger oder mehr Bohrlöcher, und in manchen Zellwänden sind sie so zahlreich, dass diese geradezu siebartig durchlocht erscheinen. (Taf. XII. Fig. 8). Die Oeffnungen zeigen oft auch in demselben Holz eine ganz verschiedene Weite, weil sie durch die allmählich auflösende Einwirkung des Mycels auf die Zellwand nachträglich erweitert werden.

In ähnlicher Weise vergrössern sich auch die Tüpfel der Strahlenzellen und der Längstracheïden immer mehr, sodass sie sich schliesslich, besonders in ersterem Falle, gegenseitig berühren und zusammenfliessen; dieses Stadium ist in einer Zeichnung auf Taf. XIV. Fig. 7 dargestellt, wo ausserdem noch Risse in Folge späteren Zusammentrocknens entstanden sind.

Die aussaugende und auflösende Wirkung des Pilzmycels hat aber auch einen Einfluss auf die Dicke der Zellwand der Bernsteinhölzer ausgeübt, sodass sie in dem vorliegenden Erhaltungszustand erheblich reducirt ist; in welchem Grade die einzelnen Schichten der Membran an dieser Volumenverminderung betheiligt sind, habe ich nicht feststellen können. Wie schon oben bemerkt (vgl. S. 18 und 36), tritt die Dünnwandigkeit der Tracheïden im Holz der Bernsteinbäume so gleichmässig und so allgemein verbreitet auf, dass man sie leicht für normal halten könnte. Dies ist früher thatsächlich von Seiten Goeppert's und Anderer geschehen, und ich selbst würde auch in diesen Irrthum verfallen sein, wenn ich nicht vergleichende Untersuchungen an ähnlichen Hölzern der Gegenwart angestellt hätte. Ich las vom Erdboden im Böhmerwald altes Fichtenholz (*Picea excelsa* Lk) auf, welches schon vermöge seiner Farbe, Consistenz und Leichtigkeit als stark verrottet zu erkennen war, und fertigte, nach zweckmässiger Behandlung desselben, kleine Präparate an, während ich grössere Querschnitte von der Firma I. D. Moeller in Wedel ausführen liess. Die mikroskopische Prüfung ergab ein den Bernsteinhölzern völlig entsprechendes Bild; denn zufolge der Zersetzung war auch hier durchweg die Wandstärke der Tracheïden wesentlich reducirt. Diese recenten und fossilen Hölzer in dem gedachten Zustand erinnern an die Schwimmhölzer Egyptens und an die Wurzelhölzer der Sumpfcypressen Californiens in gesundem-

Zustand. Nachdem ich durch jenen Vergleich erfahren hatte, dass die allgemein verbreitete Dünnwandigkeit der Zellen der Bernsteinhölzer pathologisch ist, suchte ich in der Fülle von Rohmaterial nach solchen Stücken, welche etwa noch hier und da die normale Beschaffenheit der Zellmembran besitzen. Ein derartiges Exemplar fand ich in dem, schon öfters angeführten und auf Taf. XV. in Fig. 4 abgebildeten Zweig, welcher in jugendlichem Alter, bevor er von Pilzen angegriffen war, an Succinose gelitten und wahrscheinlich daran zu Grunde gegangen ist. Ein vergrössertes Uebersichtsbild des Querschnittes ist auf Taf. VII. Fig. 3 und ein Theil desselben, bei stärkerer Vergrösserung, auf Taf. IV. Fig. 3 zur Darstellung gebracht; hier besitzen die Tracheïden in der That noch die ursprüngliche Wandstärke. Auch in einem anderen Falle, nämlich da, wo es sich um Holzsplitter von Baumschlag, Windbruch u. dergl handelt, habe ich normale Holzzellen wiedergefunden (vgl. S. 103); dies ist begreiflich, denn hier können ja frische, vom lebenden Baum abgetrennte Holztheile, ehe sie von Pilzen befallen wurden, sogleich vom flüssigen Harz eingeschlossen sein. Aus allen diesen Beobachtungen geht zur Genüge hervor, dass die allgemeine Dünnwandigkeit der Zellen der vorliegenden Hölzer nicht etwa eine specifische Eigenthümlichkeit der lebenden Bernsteinbäume gewesen, sondern lediglich auf den krankhaften Zustand zurückzuführen ist, in welchem sich deren Holz bei seiner Einschliessung in Succinit befand.

Aus der fossilen Flora überhaupt sind zahlreiche Hölzer von Coniferen bekannt geworden, deren Zellwände auffallend dünn erscheinen. Kraus[1]) hat bei Braunkohlenhölzern wohl zuerst darauf hingewiesen, dass diese Erscheinung eine Folge des Vermoderungs- bzw. Fäulnissprocesses sei, und ich selbst habe dann ähnliche verkieselte Hölzer aus Okrylla in Sachsen[2]) und aus Karlsdorf am Zobten[3]) beschrieben; in letzterem Falle war die Zersetzung durch *Agaricus melleus* L. oder einen verwandten Parasiten verursacht worden. Später hat auch Felix[4]) unter den ungarischen Holzopalen solche Stücke mit sehr dünnwandigen Zellen aufgefunden.

Die Jahresringe der Bernsteinhölzer sind im Allgemeinen normal, jedoch zeigen einige wenige Asthölzer eine eigenthümliche Anomalie, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit als Folge vorangegangener Beschädigung aufzufassen ist. Es kommt nämlich vor, dass in demselben Jahresring, welcher sich scharf gegen den nächstjüngeren und auch gegen den nächstälteren absetzt, eine Zwischenzone auftritt, welche an ihrer Grenze die anatomischen Verhältnisse des Sommer- und Frühlingsholzes nachahmt. Der nach innen liegende Theil wird aus wenigen tangentialen Reihen radial zusammengedrückter Tracheïden gebildet, während nach aussen Zellen mit weiterem Lumen angrenzen. Ein Unterschied in der Wandstärke ist nicht wahrzunehmen, jedoch kann man einen solchen auch kaum im Uebrigen zwischen Frühjahrs- und Sommerholz an den vorliegenden Hölzern erkennen. Wiewohl jene Zone nicht so scharf ausgeprägt ist, als der Jahresring selbst, kann sie doch auf eine Strecke hin verfolgt werden, bis sie sich gewöhnlich an das Sommerholz desselben Ringes anlehnt. Dem ganzen Umfang nach habe ich diese Bildung von Zwischenzonen nirgend beobachtet, freilich standen mir auch nicht gerade sehr zahlreiche Hölzer in ihrem ganzen Querschnitt zur Verfügung. Ich entsinne mich in anderen fossilen Nadel- und Laubhölzern ebenfalls partielle Doppelringe gesehen zu haben, jedoch ist mir nicht bekannt, dass sich eine Angabe hierüber in der Literatur vorfindet; hingegen wird die fragliche Erscheinung bei lebenden Hölzern öfters erwähnt, und zwar meist als Folge von eingetretener Entlaubung

---

1) G. Kraus. Mikroskopische Untersuchungen über den Bau lebender und vorweltlicher Nadelhölzer. S. 144.

2) H. Conwentz. Ueber verkieselte Hölzer von Oberau, Jessen und Okrylla. Sitzungsberichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis. Jahrg. 1878. Dresden 1879. S. 195 ff.

3) H. Conwentz. Die fossilen Hölzer von Karlsdorf am Zobten. Mit 8 zum Theil colorirten Tafeln. Breslau 1880.

4) J. Felix. Beiträge zur Kenntniss fossiler Coniferenhölzer. Engler's Botanische Jahrbücher. Leipzig 1882. S. 278.

durch Insecten, durch anhaltende Sommerdürre oder andere Agentien. Unter solchen Umständen beobachtete schon HEINR. COTTA[1]) zu Anfang dieses Jahrhunderts eine Verdoppelung der Jahresringe. UNGER[2]) beschrieb einen Fall, in welchem die sehr üppige Vegetation von *Sambucus nigra* L. 1846 durch Hagelschlag unterbrochen wurde; in diesem Jahre trieben die Bäume zweimal ihre Knospen aus und bildeten einen zweiten Jahresring. Später constatirte NÖRDLINGER[3]) Doppelringe für Kiefern und Fichten, fand aber, dass die Abgrenzung dieser beiden Ringe eines Jahres bei genauer mikroskopischer Untersuchung keine scharfe sei. Ferner beobachtete H. VON MOHL[4]) das Vorkommen von Doppelringen häufig im Wurzelholz der Laubbäume und auch der Weisstanne, und RATZEBURG[5]) sah diese Erscheinung im Holz der Weisstanne öfter nach Frass, besonders da eintreten, „wo nach plötzlichem, aber kurzem Stillstand der Vegetation diese durch die noch vorhandenen, reichlichen Altblätter sich rasch wieder ermannt“. An einer anderen Stelle bemerkt NÖRDLINGER[6]), dass secundäre Zonen auch bei Laubhölzern, z. B. der Buche, nicht selten sind, wenn der Baum der Beschädigung durch den Maikäfer oder andere Insecten ausgesetzt war. Sie erwecken öfters starken Zweifel, ob man es dabei nicht mit eigentlichen Ringen zu thun habe, erweisen aber ihre wahre Natur dadurch, dass sie stellenweise verschwinden. Von besonderem Interesse sind die Untersuchungen L. KNY'S[7]), welche im Thiergarten von Berlin an einer grösseren Zahl verschiedener Laubhölzer, die gegen Ende Juni durch Raupen von *Lymantria* (*Bombyx*) *dispar* L. entlaubt waren, angestellt wurden. Er lieferte hier den Nachweis, dass bei rasch erfolgender und einige Zeit andauernder Unterbrechung der Zelltheilungen im Cambium im Laufe eines Sommers in der That zwei Holzringe gebildet werden können, welche im Querschnitt den echten Holzringen ähnlich sind. Unmittelbar nach der Entlaubung werden nur einige Schichten radial zusammengedrückter Zellen gebildet, während nach der Neubelaubung die Holzbildung mit radial gestreckten Zellen ihren Fortgang nimmt. Ähnliche Versuche wurden von K. WILHELM[8]) an jungen Traubeneichen, *Quercus sessiliflora* SM., welche er mittels einer Scheere vollständig entblättert hatte, angestellt. Das Resultat war, dass in einigen Fällen auch eine Verdoppelung des Holzringes wahrgenommen werden konnte. Schliesslich hat A. WIELER[9]) an der Hand von Experimenten nachgewiesen, dass im Allgemeinen die Jahresringbildung von Ernährungsverhältnissen abhängig ist. Von der Voraussetzung ausgehend, dass nicht das Eintreten der starken Wandverdickung, sondern die sehr beträchtliche Verkürzung des radialen Durchmessers das einzige Kriterium der Jahresbildung sei, fand er sie auch bei einjährigen Pflanzen und bei einjährigen Stengeln mehrjähriger Pflanzen weit verbreitet. Durch die Cultur von *Ricinus*- und *Helianthus*-Pflanzen unter wechselnden Verhältnissen, d. h. im freien Lande, in Töpfen, in Wasser u. dgl., konnte er die Jahresringbildung in hohem Grade beeinflussen, und es gelang ihm sogar, auf diese Weise umgekehrte Jahresringbildung, d. h. Frühlingsholz im Sommerholz und Sommerholz im Frühlingsholz hervorzurufen. Je ungünstiger die Ernährungsverhältnisse, je langsamer die Entfaltung assimilirender Organe, um so mehr Sommerholz! Hierauf wirken nicht nur die

[1]) H. COTTA. Naturbeobachtungen über die Bewegung und Function des Saftes in den Gewächsen. Wismar 1806. S. 75.

[2]) D. UNGER. Botanische Beobachtungen II. Ueber den Grund der Bildung der Jahreslagen dicotyler Holzpflanzen. Botanische Zeitung. V. Jahrg. Leipzig 1847. S. 265.

[3]) NÖRDLINGER. Giebt es Doppelringe? Kritische Blätter für Forst- und Jagdwissenschaft. 43. Band. 2. Heft. Leipzig 1861. S. 173.

[4]) MOHL. Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. S. 228. Fussnote.

[5]) RATZEBURG. Die Waldverderbniss durch Insectenfrass, Schälen, Verbeissen etc. II. Band. Berlin 1868. S. 109.

[6]) NÖRDLINGER. Deutsche Forstbotanik. I. Band. Stuttgart 1874. S. 171.

[7]) KNY. Ueber die Verdoppelung des Jahresringes. Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. XXI. Jahrg. 1879. Berlin 1880. Abhandl. S. 1. Taf. I.

[8]) K. WILHELM. Die Verdoppelung des Jahresringes. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Band I. Berlin 1883. S. 216 ff.

[9]) A. WIELER. Beiträge zur Kenntniss der Jahresringbildung und des Dickenwachsthums. PRINGHEIM'S Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. XVIII. 1887. S. 122. — Referat von C. MÜLLER in JUST'S Botanischem Jahresbericht XV. Jahrg. (1887) 2. Abth. Berlin 1890. S. 615.

Wasserzufuhr und die damit verknüpfte Zuleitung anorganischer Substanzen, sondern alle Factoren, welche die Erzeugung organischer Substanzen in den Assimilationsorganen beeinflussen. Nach dem genannten Autor ist auch der normale Jahresring in derselben Weise zu erklären, wie das künstlich erzeugte Sommerholz. Zu Beginn der Vegetationsperiode finde eine lebhafte Entfaltung von Assimilationsorganen statt und in Folge der reichlicheren Ernährung werde Frühlingsholz erzeugt. Wenn aber gegen Schluss der Vegetationsperiode die Ausbildung der Samen beginnt, werde die Hauptmasse der erzeugten organischen Substanzen auf diese verwandt und so der Entfaltung neuer Organe entzogen; daher träfen wir am Schluss der Vegetationsperiode Sommerholz an. Je nachdem, wie sich die einzelnen Vegetationsfactoren geltend machen, wird das Frühlingsholz bald scharf hervortreten, bald durchsetzt sein von Binden von Sommerholz, wie es Wieler experimentell bewiesen hat.

Wenn wir nun auf die vorher erwähnten Asthölzer der Bernsteinbäume zurückkommen, wo eine Zone von Sommerholz mitten im Jahresring auftritt, werden wir nach Analogie der bekannten Fälle auch hier annehmen müssen, dass zu Anfang des Sommers die Ernährungsverhältnisse plötzlich ungünstig geworden sind. Es liegt die Vermuthung nahe, dass dies durch eine schnell stattgehabte Entlaubung hervorgerufen ist, welche vielleicht in Folge von atmosphärischen Einflüssen oder von Insectenfrass oder in Folge von mehreren, zusammenwirkenden Umständen eintrat.

Eine weitere Folge der Zersetzung macht sich in den Markstrahlen der Bernsteinhölzer geltend. Durch die Thätigkeit der Pilze trat eine Substanzverminderung ein, und diese wird natürlich in verdickten Elementen, z. B. in den Tracheïden des Sommerholzes stärker gewesen sein, als in den Frühjahrstracheïden. Mit dem Verlust an Substanz war aber auch gleichzeitig eine Verringerung des Volumens, das sog. Schwinden verbunden. Hieraus erhellt, dass sich beim Schwindeprocess in tangentialer Richtung die concentrischen Reihen der Sommerholzzellen stärker zusammenzogen, als die der Frühjahrsholzzellen. Dieser Vorgang ging so allmählich vor sich, dass eine mechanische Trennung der Tracheïden von einander gewöhnlich nicht eintreten konnte; jedoch äusserte sich der Gesammteffect besonders da, wo die Tracheïden an die einschichtigen Markstrahlen angrenzen. Diese konnten dem, durch die Volumenverringerung vornehmlich im Sommerholz hervorgerufenen, tangentialen Zug nicht widerstehen, sondern erweiterten sich, indem die Membran ihrer Zellen nachgab. Diese Erscheinung tritt ganz allgemein in nahezu allen horizontalen Dünnschliffen auf; innerhalb jedes Jahrringes nehmen die einschichtigen Markstrahlen centrifugal an tangentialer Breite zu, um beim Uebergang in den nächstjüngeren Jahresring erheblich und meist plötzlich auf die normale Breite zu collabiren. Wo das Sommerholz nur den kleineren Theil ausmacht, wie es in der Regel geschieht, findet diese Dilatation innerhalb desselben Jahresringes in starker Progression statt, in anderen Fällen dagegen allmählich. Die Stelle der stärksten Erweiterung liegt gewöhnlich in den letzten Zellreihen des Sommerholzes, sehr selten auf der Grenze zwischen Frühjahrs- und Sommerholz desselben Jahresringes; zuweilen sieht man sogar zwei Anschwellungen, eine im Frühjahrs- und die andere im Sommerholz des nämlichen Ringes. Obige Erscheinung lässt sich an demselben Markstrahl durch mehrere Ringe verfolgen, so fand ich sie in einem Dünnschliff vom 1. bis zum 29., in einem zweiten vom 1. bis 30. und endlich in einem dritten vom 1. bis zum 32., d. h. jedesmal bis zu dem letzterhaltenen Jahresringe. Dieses eigenthümliche Verhalten der Markstrahlen ist hier auf Taf. XIII. Fig. 1. und auf Taf. XIV. Fig. 1. ferner auch in mehreren anderen Abbildungen zu beobachten; im Wurzelholz habe ich es nicht deutlich erkennen können, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass hier das Sommerholz nur aus sehr wenigen tangentialen Zellreihen besteht.

Die vorerwähnte Erscheinung ist Goeppert und den anderen, älteren Beobachtern entgangen; sie kommt indessen so häufig vor, dass man zunächst versucht sein könnte, ebenso wie die Dünn-

wandigkeit der Tracheïden, sie für eine Eigenthümlichkeit des Holzes der Bernsteinbäume zu halten. Die Erwägung, dass hin und wieder Stücke gefunden werden, wo die Markstrahlen nahezu oder auch ganz regelmässig verlaufen, und die fernere Erwägung, dass ein ähnliches Vorkommen an recenten Hölzern meines Wissens nicht beobachtet ist, liess mich vorweg davon Abstand nehmen, die gedachte Erscheinung für eine normale anzusehen. Ich stellte wiederum vergleichende Beobachtungen an zersetzten Abietaceenhölzern an, welche ich am Kubany und in anderen Gegenden gesammelt hatte. In den meisten Fällen konnte ich freilich eine Veränderung der Markstrahlen nicht constatiren, aber endlich hatte ich doch die Freude, in einem Querschnitt durch ein sehr stark angegriffenes und zusammengetrocknetes Fichtenholz, die analoge Erscheinung wiederzufinden. Die Markstrahlen erweitern sich hier allmählich beim Uebergang aus dem Frühjahrs- in das Sommerholz desselben Jahresringes und ziehen sich im Frühjahrsholz des nächsten Ringes wieder zusammen. Es darf uns nicht überraschen, dass diese Beobachtung bisher noch von keinem derjenigen Botaniker gemacht ist, welche sich mit den Zersetzungserscheinungen recenter Hölzer beschäftigen, denn einmal befassen sie sich zumeist mit den durch parasitische Pilze bewirkten Zersetzungen im lebenden Baum, und nicht mit den vorgeschrittenen Stadien der Zersetzung des todten Holzes. Ausserdem begnügt man sich gewöhnlich mit kleinen Schnitten, und jene Erscheinung springt erst in grösseren Uebersichtsbildern in die Augen; es ist aber mit technischen Schwierigkeiten verknüpft, von einem so mürben Material grössere Querschnitte herzustellen. Ich vermuthe übrigens, dass man in Zukunft das in Rede stehende, eigenthümliche Verhalten der Markstrahlen nicht allein an recenten, sonderen auch an anderen fossilen Hölzern, zumal an Braunkohlen- und Diluvialhölzern wiederfinden wird, da sich viele derselben vor ihrer Fossilisirung in einem hochgradigen Zersetzungszustand befanden.

Wie schon oben erwähnt, ist das Dilatiren und Collabiren der Markstrahlen in ihrem radialen Verlauf vornehmlich auf die einschichtigen beschränkt, jedoch habe ich hin und wieder eine Andeutung hiervon auch bei mehrschichtigen Markstrahlen gesehen. Wo beispielsweise der Markstrahl im Horizontalschliff zweischichtig erscheint, bauchen sich zuweilen die Aussenwände im Sommerholz schwach nach rechts und links aus.

Nicht immer sind die Zellen der Markstrahlen im Stande, während des Schwindeprocesses dem tangentialen Zug des Holzes zu folgen und sich zu erweitern. Zuweilen verringert sich auch ihr Volumen; sie ziehen sich zusammen, runden sich in der Tangentialansicht ab und bilden dann grössere Intercellularen unter sich, sowie mit den benachbarten Längstracheïden. Diese Erscheinung ist sowohl bei ein- als auch bei mehrschichtigen Markstrahlen sichtbar und tritt hier in der Tangentialfläche auf Taf. XII. Fig. 3 und 8, sowie auf Taf. XIV. Fig. 5, und in der Radialfläche auf Taf. XIV. Fig. 6 deutlich hervor. Ich entsinne mich, auch sonst ähnliche Erscheinungen an anderen fossilen Hölzern beobachtet zu haben, und vermuthe, dass die Abbildung von *Cupressinoxylon polyommatum* CRAMER[1]) hierher gehört. Im weiteren Stadium, zumal wenn das Holz noch mehr zusammentrocknet, bilden sich zwischen den Markstrahlen und den Tracheïden, besonders im Sommerholz, kleine Lücken, wie beispielsweise in Fig. 2 auf Taf. XIII. zu sehen ist. Sehr oft tritt nicht eine so regelmässige Abtrennung ein, sondern es haftet ein Theil des Markstrahls der rechten und der andere der linken Seite an, oder es verläuft auch ein Riss in der Längsrichtung des Markstrahls (Taf. XIII. Fig. 3, Taf. XIV. Fig. 2 und 5). Auf diese Weise können grössere Hohlräume von linsenförmigem Durchschnitt entstehen, welche einige Millimeter tief in das Holz sich erstrecken, und einer weiteren Zerstörung freien Spielraum lassen. In der Tangentialansicht fällt es besonders auf, dass um diese linsenförmigen Hohlräume herum die Längs-

---

[1]) CRAMER. Fossile Hölzer der arctischen Zone in O. HEER'S Flora fossilis arctica. Zürich 1868. Taf. XXXVII. Fig. 1. 2. 4. 5. 6.

tracheïden einen geschlängelten Verlauf nehmen, wie es z. B. auf Taf. XIII. Fig. 3 und auf Taf. XIV. Fig. 5 sichtbar ist; diese Tracheïden sind eben während des Zusammentrocknens des Holzes abgelenkt worden.

In anderen Fällen tritt, unter Einwirkung des Schwindens, weder eine Verbreiterung der Markstrahlen, noch eine Trennung zwischen diesen und dem Holzkörper ein, sondern es bilden sich in letzterem selbst radiale Risse (Taf. XIV. Fig. 3), welche gewöhnlich im Sommerholz liegen und gegen die Grenze der Jahresringe hin ihren Abschluss erreichen, zuweilen auch noch darüber hinaus gehen. Selten durchsetzt ein Riss den ganzen Jahresring, und einmal sah ich einen Riss, welcher durch zwei volle Jahresringe hindurchgeht. Die Höhe der Risse ist sehr variabel und steigt im Dünnschliff bis über 1,5 mm an; sie kann aber im Holz selbst erheblich grössere Dimensionen erreichen. Die Bildung dieser grossen Risse ist freilich nicht ausschliesslich auf den Schwindeprocess zurück zu führen, jedoch meine ich, dass letzterer den ersten Anlass dazu gegeben hat, während sie sich später unter dem wechselnden Einfluss von Wind und Wetter vergrössert und vermehrt haben[1]).

In Folge des allmählichen Zusammentrocknens des todten Holzes bildeten sich auch in der Zellwand ganz feine Sprünge, die oft von einem Pilzloch oder von einem Tüpfel ausgehen. Die Sprünge, welchen man in sehr vielen Präparaten, auf Längs- und auch Horizontalschliffen begegnet, sind gewöhnlich zart und verlaufen einfach oder verzweigt ganz unregelmässig in wagrechter oder senkrechter Richtung; in den meisten Fällen kann man beide Ränder des Spaltes deutlich erkennen, zuweilen ist dieser aber so fein, dass man nur einen einfachen Contur sieht. Diese Sprünge sind übrigens von denjenigen, welche parasitische Pilze in der Zellwand bewirken, leicht zu unterscheiden, zumal letztere stets in der Richtung der Spiralstreifung verlaufen, wie z. B. auf Taf. XI. Fig. 1 bis 3. Einige Bilder mit Schwinderissen in der Zellwand finden sich auf Taf. III. Fig. 5, Taf. IV. Fig. 4, Taf. IX. Fig. 4, Taf. XI. Fig. 1 u. 2, Taf. XII. Fig. 3 und 8, Taf. XIV. Fig. 4 und 5. Diese feinen Sprünge werden übrigens auch schon von GOEPPERT im Jahre 1845[2]) erwähnt und abgebildet; in der zweiten Arbeit von 1883[3]) bildet er sie nochmals ab, ohne im Text darauf zurückzukommen. Die atmosphärischen Niederschläge und Wärme, im Verein mit der Thätigkeit der Saprophyten, bewirkten eine immer stärkere Zersetzung und Zerstörung des todten Holzes; infolge dessen bildeten sich z. B. auch tangentiale Risse von kürzerer oder längerer Ausdehnung zwischen den Jahresringen des Holzes (Taf. VIII. Fig. 2) u. a. m. Dazu kommt, dass die zersetzten Hölzer schliesslich ein Substrat für andere Pflanzen abgaben, die darauf keimten und sich weiter entwickelten; ferner traten andere Insecten hinzu, die das Holz annagten, ihre Gänge in dasselbe hineintrieben und sich darin verbreiteten. Auf diese Weise wurde die Zerstörung des Holzes auf physikalischem und chemischem Wege immer weiter geführt, bis es endlich in kleine zerbissene Theilchen verschiedenen Feinheitsgrades zerfiel, welche zusammen mit anderen pflanzlichen und thierischen Resten den Mulm des Waldbodens ausmachten. Hierin finden sich überdies Pollenkörner, Pilzhyphen und Pilzsporen, sowie anderseits Chitinstücke und Koth von Insecten; letzterer oft in so erheblicher Menge, dass man ihn als Hauptbestandtheil vieler Stücke betrachten muss.

Diese Erfahrungen, welche ich bei meinen Untersuchungen des Succinits im Laufe der Jahre gewonnen habe, zeigen eine gewisse Aehnlichkeit mit den Beobachtungen, welche H. VON POST[4]) bezüglich

---

1) Es sei hier beiläufig erwähnt, dass bei Herstellung horizontaler Dünnschliffe leicht eine kleinere oder grössere Gruppe von Zellen herausfallen kann. Hierdurch entstehen dann Bilder, wie z. B. das auf Taf. VI. in Fig. 1 wiedergegebene, welche mit den eigentlichen Rissen nicht zu verwechseln sind.

2) GOEPPERT & BERENDT. Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt. Berlin 1845. Taf. II. Fig. 3. 6. 8.

3) GOEPPERT. Coniferen des Bernsteins. Danzig 1883. Taf. VIII. Fig. 60. 62.

4) HAMPUS VON POST. Studier öfver Nutidens Koprogena Jordbildningar, Gyttja, Dy, Torf och Mylla. K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Ny Följd. IV. Band. 1861/62. Stockholm 1864. pag. 1.

des jetzigen Nadelholzhumus (Mylla) in Schweden angestellt hat. Es ist eine neue Bestätigung der allgemeinen Erfahrung, dass unter ähnlichen Verhältnissen die organischen Bildungen heute noch ganz ähnliche sind, wie vor ungezählten Jahrtausenden. Wenn nun, wie es oft geschah, dünnflüssiges Harz auf den Mulm niedertropfte, wurde er zu einer unförmlichen Masse verbunden, welche dann später erhärtete und, wie heute beispielsweise der Copal, allmählich immer tiefer in den Boden hinein gerieth. Aehnliche Stücke recenten Harzes kann man auch gegenwärtig in jedem der Cultur entrückten Nadelwalde sammeln, und ich habe wiederholt solche Massen, welche vollständig erhärtet waren, an der Oberfläche und auch 10 bis 20 cm unter Tage in den schon öfters angeführten Waldungen Böhmens und Schwedens aufgefunden. Die gedachte fossile Bildung führt die Bezeichnung „Firniss" und repräsentirt die geringste Qualität des Rohbernsteins, da sie in Anbetracht der groben Verunreinigungen nur zu Lacken verarbeitet werden kann; quantitativ spielt sie eine hervorragende Rolle im Handel.

Schlussbetrachtung.

In der Tertiärzeit war die Vertheilung von Wasser und Land im Allgemeinen eine andere als heute, und besonders Europa stellte einen reichgegliederten Complex von Inseln und Halbinseln dar. Zu Beginn dieser Periode, im sog. Eocen, erstreckte sich das damalige skandinavische Festland bis in die Nähe des heutigen Samlandes, des nördlichen Westpreussens und Mecklenburgs und war mit einer Vegetation bedeckt, deren Hauptformen wir gegenwärtig hauptsächlich im südlichen Theil der gemässigten Zone und im subtropischen Gebiet wiederfinden. Dort gediehen immergrüne Eichen und Buchen, zusammen mit Palmen- und Lorbeer-artigen Gewächsen, mit Ternströmiaceen und Magnoliaceen; hier grünten auch die Bernsteinbäume, daneben *Taxodium*, *Thuja* und andere Cupressaceen.

Zu diesen Bernsteinbäumen gehören vornehmlich vier Kiefern-Arten, von welchen aber keine einzige unserem nordischen Charakterbaum der Gegenwart, *Pinus silvestris* L., nahe steht. Die eine zweinadelige Species *(P. silvatica)* erinnert an gewisse nordamericanische Arten aus der Section *Parrya*, eine zweite *(P. baltica)* an die japanische Rothkiefer und eine dritte, fünfnadelige Kiefer *(P. cembrifolia)* an die Arve und das japanische Knieholz (*P. parviflora*). Dazu kommt noch eine Fichtenart, die aber ebensowenig der in Ostpreussen und in deutschen Gebirgsgegenden waldbildenden Rothfichte, vielmehr der *Picea ajanensis* vom Amur und von der Insel Jezo ähnlich sieht.

Es ist wahrscheinlich, dass alle diese verschiedenartigen Bäume und Sträucher nach verschiedenen Regionen gesondert waren und nicht etwa sich zu einem gemischten Wald zusammenschlossen. So bildeten die eigentlichen Bernsteinbäume für sich einen geschlossenen Bestand, welcher nur hier und da von anderen Baumarten unterbrochen wurde. Die Kiefern nahmen hierin eine durchaus dominirende Stellung ein und verliehen demselben eine freudig-grüne Farbe, mit welcher stellenweise das Grau der von den Zweigen und Aesten lang herabhängenden Bartflechten abwechselte.

Diese Bäume sind aber nicht vergleichbar den Individuen in unseren wohlgepflegten Forsten, vielmehr standen sie, wie heute die Bäume des Urwaldes, unter der unmittelbaren Einwirkung der ganzen sie umgebenden Natur, ohne dass von anderer Seite, als von dieser selbst ein Ausgleich hätte bewirkt werden können. Es gab kaum einen gesunden Baum im ganzen Bernsteinwald — das Pathologische war die Regel, das Normale die Ausnahme! Nicht allein durch Wind und Wetter, sondern auch durch pflanzliche Parasiten und Saprophyten, sowie durch Insecten und andere Thiere vollzogen sich an ihnen unausgesetzt Beschädigungen, welche zu Harzfluss und zu weiteren Krankheitserscheinungen Anlass boten. Es lag in der Natur der Dinge, dass die aus Anflug hervorgegangenen und gedrängt aufgewachsenen Bäume ihre unteren Aeste verloren, sobald diese bei mangelnder Beleuchtung nicht mehr genügend ernährt werden konnten. Bei der geringsten Erschütterung durch Wind oder Regen, durch Thiere und andere Agentien brachen sie ab und hinterliessen eine offene Wunde,

die in der Folge durch Harz und, bei fortschreitendem Wachsthum des Stammes, durch Ueberwallung vernarben konnte. Obschon auf diese Weise den Bäumen kein erheblicher Schaden zugefügt wurde, ist dieser Selbstreinigungsprocess doch wegen seines allgemeinen Vorkommens nicht ohne Einfluss auf das Leben der Bäume geblieben; aber es spielten sich im Bernsteinwald auch mancherlei andere Vorgänge ab, wodurch erheblichere Beschädigungen angerichtet wurden. Alte abgestorbene Bäume senkten sich zu Boden und streiften und knickten die Zweige anderer Bäume in weitem Umkreis, um dann mit der ganzen Wucht ihres Körpers auf alles das nieder zu fallen, was ihnen in ihrer Fallrichtung entgegenstand. Mit Vehemenz schlugen sie an die Nachbarstämme an, rissen ihre Borke auf weite Strecken hin ab und verletzten stellenweise auch den Holzkörper selbst.

Auch heftigere Winde und Orkane zogen über den Bernsteinwald hin und richteten in demselben die schlimmsten Verheerungen an. Was die Natur durch Jahrhunderte an Herrlichem und Grossartigem geschaffen, wurde im Verlauf weniger Augenblicke durch ein furchtbares Element zerstört. Ein Wirbelwind setzte sich in die mächtige Krone und drehte sie auf ihrem Stamm in kürzester Zeit ab; die stärksten Bäume wurden wie Grashalme über dem Boden geknickt und, gleich gewaltigen Streichhölzern, kreuz und quer durch einander geworfen. Andere Bäume wurden mit ihren Wurzeln aus der Erde gehoben und auf weite Strecken durch die Luft gewirbelt, bis sie zu Boden fielen oder an irgend einem noch aufrechten Baum hängen blieben. Dieses Phänomen mag immer nur an einzelnen Stellen des Waldes aufgetreten sein, verschonte aber kaum ein Individuum, und riss daher grosse Löcher in den Bestand, wo nunmehr eine enorme Menge von todtem Material angehäuft wurde.

Zu anderen Zeiten herrschte wohl eine drückende Schwüle im Bernsteinwald, und heftige Gewitter entluden sich über demselben. Blitze schlugen in die Baumkrone oder in einen alten Aststumpf und sprengten dann auf weite Strecken hin die Rinde ab, deren Fetzen theilweise an den Wundrändern hängen blieben und frei in die Luft hineinragten; auch der Holzkörper wurde gespalten und die herausgerissenen Holzsplitter flogen, sammt einzelnen Rindenfetzen, weit fort. Zuweilen fuhr ein Blitzstrahl in einen absterbenden Baum oder auch in pilzkrankes Holz und bewirkte hier eine Entzündung. Das Feuer ergriff nicht nur den getroffenen Stamm und die Nachbarstämme, sondern lief auch am Boden hin und verzehrte das auf demselben lagernde, trockene Material. Auch das von Mulm und Moos umgebene alte Harz der Bäume wurde vom Feuer erfasst, konnte aber nicht hell aufflammen, sondern schwelte unter der schützenden Decke nur langsam fort und setzte eine schwärzliche Rinde an. Der Bernsteinwald wurde von einer sehr reichen Thierwelt belebt, denn Insecten und Spinnen, Schnecken und Krebse, Vögel und Säugethiere hielten sich hier auf, ganz wie in den Wäldern der Jetztzeit. Das Leben der meisten stand in inniger Beziehung zum Leben der Bernsteinbäume, und es giebt unter ihnen viele, welche den grünenden Baum schädigten, während andere das todte Holz angegriffen haben. Grössere Thiere brachen muthwillig und unabsichtlich Aeste ab und verletzten durch ihren Tritt die zu Tage liegenden Wurzeln. Eichhörnchen sprangen munter von Zweig zu Zweig und schälten die junge Rinde derselben. Die Stille des Waldes wurde vom Klopfen des Spechtes unterbrochen, welcher in der Rinde und im Holz der Bernsteinbäume nach Insecten suchte, auch wohl Höhlen zum Nachtaufenthalt und zum Brütgeschäft in das Innere hineinzimmerte. Mit vereinten Kräften mögen auch beide Thiere die Zapfen der Nadelbäume bearbeitet und zerstört haben.

Tausende von Insectenarten schwirrten im Wald umher und befielen die Pflanzen und grösseren Thiere desselben. Bastkäfer bohrten gesunde und lädirte Stämme an und gingen in die Rinde oder flach in den Splint hinein; sie brachten kränkelnde Bäume rasch zum Absterben und machten junge Individuen zu Krüppeln, welche in der Folge anderweitigen Angriffen um so eher ausgesetzt waren.

Die Larven von Anobiiden frassen die jungen Triebe oder auch die Zapfen an und durchnagten altes Holz nach allen Richtungen. Ferner erschienen Bockkäfer, welche ihre Eier an der Rinde ablegten oder sie tief in deren Risse einführten; die Larven frassen zunächst oberflächlich und setzten im folgenden Jahr ihre Thätigkeit im Holz fort. Einige Arten befielen lebende Bäume, andere wiederum abgestorbene Hölzer; auf manche Bockkäfer mag besonders von Seiten der Spechte Jagd gemacht sein. An der Lisière des Waldes und an lückigen Stellen, wo Licht und Wärme ungehinderten Zutritt hatten, flogen Buprestiden an und legten hier gleichfalls ihre Eier in die Borkenrisse der Bernsteinbäume. Die Larven wanderten noch in demselben Jahre in die äusseren und im folgenden auch in die inneren Schichten des Splintholzes und bildeten hier von oben nach unten geschlängelt verlaufende Gänge, welche nicht gereinigt wurden. Manche Thiere fanden sich auch in lebenden Bäumen und konnten auf dieselben in jugendlichem Alter sogar tödtlich einwirken. Wo durch Windbruch grosse Mengen frischen Holzes gefallen waren, blieb der Borkenkäfer nicht aus; er entwickelte sich in einer enormen Fülle und zerstörte im Verein mit Pilzen nicht nur das gesammte gebrochene Material, sondern griff auch die weniger beschädigten, stehenden Bäume in der weiteren Umgebung an. Auf diese Weise wurden die Windrisslöcher zu Brutstätten für Käfer und andere Insecten, sowie zu Infectionsherden für parasitische und saprophytische Pilze. Nachdem dieses ganze Material, unter steter Einwirkung der Atmosphärilien, von Pilzen und Insecten verarbeitet war, konnte der junge Anflug in der entstandenen Lücke aufkommen und dieselbe im Laufe grösserer Zeiträume wieder ausfüllen; aber in derselben Zeit hatten gewiss anderswo schon andere Beschädigungen Platz gegriffen.

Neben den Käfern zeigten sich andere Insecten im Bernsteinwald. So wurden die Nadeln der Bäume von gewissen Hautflüglern (*Lophyrus*) befallen und abgefressen, wodurch bei massenhaftem Auftreten derselben weite Strecken verwüstet werden konnten; andere Hymenopteren, wie die Larven von Holzwespen, lebten im Holz der zurückbleibenden und kränkelnden Stämme. Auch die Räupchen von Wicklern nagten in den Nadeln und in der Rinde junger Bäume; die gebräunten Nadelreste blieben anfangs wohl hängen, fielen aber später ab. Gallmücken impften ihre Eier jungen Pflanzentheilen ein und gaben zur Bildung von Gallen Anlass, in welchen die Larven ihre Entwickelung durchmachten; wenn dieses gerade an der Basis junger Nadeln geschah, wurden letztere selbst beschädigt und fielen weit früher, als unter normalen Verhältnissen ab. Baumläuse bedeckten Stamm und Aeste und führten mit ihrem langen Schnabel einen Stich ins Cambium, welcher nicht ohne Nachtheil für die Bäume blieb.

Auf Grund dieser Beschädigungen verloren viele Bäume theilweise oder auch völlig ihre Nadeln. Wenn dieses frühzeitig im Jahre geschah, und das Individuum sonst lebensfähig war, wurden noch in demselben Jahre andere Nadeln neu gebildet. Dieser Umstand rief aber eine locale Anomalie im Bau des Holzes hervor, insofern unmittelbar nach der Entlaubung nur wenige Schichten radial zusammengedrückter Zellen gebildet wurden, während nach der Neubelaubung die Holzbildung mit radial gestreckten Zellen ihren Fortgang nahm. Auf diese Weise sind auf kurzen oder längeren Strecken des Umfanges im Holz der Bernsteinbäume Doppelringe entstanden. Im anderen Falle konnte aber durch den Nadelverlust ein Absterben des betreffenden Astes oder des ganzen Baumes bewirkt werden, in Folge dessen sich auch bald die Rinde vom Holzkörper abtrennte. So kam es, dass mitten im grünenden Bernsteinwald einzelne Baumskelette stehen blieben und noch lange den Einflüssen der umgebenden Natur Widerstand leisteten. Die Oberfläche solcher entrindeten Stämme verlor bald ihr frisches Aussehen und wurde matt und grau. Durch Einwirkung der Atmosphärilien schwand die Intercellularsubstanz und der Zusammenhang der Holzelemente wurde immer mehr gelockert, bis sich schliesslich einzelne Zellcomplexe und Zellen an einem Ende ablösten und hierdurch der Ober-

fläche des Holzes eine feinfilzige Beschaffenheit und einen eigenthümlichen Seidenglanz verliehen (Vergrauung).

Ueberall wo eine Beschädigung stattfand — und sie kam ja an jedem Baum vielfältig vor — suchte die Natur durch Harzerguss die Wunde zu heilen; dieser trat aber gewöhnlich nicht so schnell ein, dass nicht vorher Pilzsporen anfliegen und zur Keimung gelangen konnten. Die weitere Entwickelung der Pilze wurde um so mehr begünstigt, als Wärme und Feuchtigkeit in reichem Maasse vorhanden waren. Daher wurden nach und nach alle Bäume von einem oder dem anderen, oft auch von mehreren Parasiten gleichzeitig befallen, welche zwar langsam, aber mit tödtlicher Gewissheit ihr Zerstörungswerk fortsetzten und vollendeten. Durch ein Astloch oder eine andere offene Wunde, zuweilen auch durch die Wurzel, drang das Mycel immer weiter in das Innere und führte ein allmähliches Absterben des Holzes von innen nach aussen herbei. Das todte Holz nahm dann oft ein bräunliches oder schwärzliches, halbverkohltes Aussehen an und erhielt zahlreiche Längs- und Querrisse (*Polyporus vaporarius, P. mollis*); in anderen Fällen traten zerstreute Flecke auf, die später in unregelmässige Löcher ausfielen (*Trametes Pini*). Die starke Zersetzung des Holzes durch Parasiten bewirkte im Weiteren ein Schwinden der Substanz, was wiederum eine Reihe von anderen Erscheinungen zur Folge hatte. Zunächst wurde die Wandstärke, besonders der Tracheïden, wesentlich verringert, und die Oeffnungen der Tüpfel erfuhren zuweilen eine nicht unerhebliche Vergrösserung; in letzterem Falle konnten zwei oder mehrere benachbarte Tüpfel allmählich zusammenfliessen. Sodann machte sich auch eine eigenthümliche Abweichung im Verlauf der Markstrahlen geltend. Da sich nämlich der Schwindeprocess in erhöhtem Grade im Sommerholz äusserte, zog sich dieses auch tangential stärker zusammen, als das Frühjahrsholz; und in demselben Maasse erweiterten sich die Zellen der Markstrahlen jedesmal im Sommerholz, um sich im Frühjahrsholz wieder zusammen zu ziehen. Diese Erscheinung und die Dünnwandigkeit der Tracheïden sind bei den Bernsteinhölzern so allgemein verbreitet, dass sie denselben unter dem Mikroskop ein fremdartiges und charakteristisches Aussehen verleihen. Dazu kommt noch, dass sich in Folge der Volumenabnahme in der Wand der Tracheïden entweder kurze Risse, welche in ununterbrochener Reihe übereinander stehen (*Polyporus vaporarius*), oder auch lange Spalten bildeten, die nahezu um die halbe Wandung der Tracheïden verlaufen (*P. mollis*).

Neben den Pilzen waren es höhere Pflanzen, welche parasitisch auf den Bersteinbäumen lebten; so gab es damals auch schon Mistel-ähnliche Gewächse, welche hier und da die Einförmigkeit der Baumkronen unterbrachen. In der Folge bewirkten sie ein örtliches Absterben der Rinde, was zu weiteren Krankheitserscheinungen Anlass gegeben haben mochte.

Die Bernsteinbäume führten reichlich Harz in allen ihren Theilen, vornehmlich aber in der Rinde und im Holz. Wenn man das normale Vorkommen der Harz-bildenden Organe, deren Grösse und Vertheilung ins Auge fasst, kann man einen erheblichen Unterschied von unseren heutigen Kiefern und Fichten nicht bemerken; ebenso finden die verschiedenen abnormen Bildungsweisen des Harzes durchweg ihre Analoga bei Abietaceen der Jetztzeit. Was aber die Bernsteinbäume in hervorragendem Maasse auszeichnet, ist der Umstand, dass die ihnen so häufig zu Theil gewordenen Beschädigungen nicht allein den Harzausfluss, sondern auch die Neuanlage von Harzbehältern wesentlich begünstigte. Die verticalen Canäle führten etwa durch 17 oder 18 Jahre Harz und wurden später durch Thyllen-ähnliche Gebilde geschlossen, nachdem der Inhalt in die benachbarten Zellen diffundirt oder an die Oberfläche geflossen war. Bei jeder Verwundung wurden nicht nur die kleineren normalen, sondern auch grössere, abnorme, mit Harz erfüllte Intercellularen geöffnet, welche nun ihren Inhalt austreten liessen; derselbe überzog die Wunde und drang stellenweise wieder in die absterbenden oder abge-

storbenen Theile nach innen. Ferner machten die Membranen der die Harzgänge umgebenden Zellen oder auch anderer, unabhängig von diesen vorkommenden Zellen einen Umwandlungsprocess durch und gaben zur Entstehung von schizolysigenen bezw. lysigenen Räumen Anlass. In anderen Fällen bildete sich nach gewissen Beschädigungen im Cambium ein abnormes Parenchym (Wundparenchym), das später völlig verharzte. Wenn eine solche Stelle durch Baumschlag geöffnet wurde, solange der Inhalt flüssig war, trat derselbe natürlich an die Oberfläche; erhärtete er aber im Innern, so konnte er erst nach völliger Zersetzung des umgebenden Holzes frei werden (Fliesen, Platten). Ueberdies wurde mittelbar und unmittelbar durch zahlreiche Insecten ein geringerer oder stärkerer Harzfluss bewirkt, der unter Umständen auch den Tod des jungen Baumes herbeiführen konnte. Wo z. B. die Räupchen kleiner Wickler nagten, oder wo Bast- und Nagekäfer einen Ast oder jüngeren Trieb anbohrten, kam milchiges Harz zum Vorschein und legte sich trichterförmig um die Frassstelle herum; oder floss, wie das Stearin einer dem Wind ausgesetzten Kerze, in Strähnen an der Rinde entlang.

Wir sehen also, dass sich die Bernsteinbäume insgesammt in einem andauernden Zustande der Zersetzung und abnormen Harzbildung (Succinose) befanden. Aus Astlöchern quoll dickflüssiges Harz in Form von Tropfen und ähnlichen Gebilden hervor, die sich, wenn sie zu Boden fielen, am oberen Ende lang zogen und unten abplatteten. An Schälwunden und Baumschlagstellen kamen grössere Mengen von Harz heraus, und wo etwa der Blitz eingeschlagen hatte, hing wohl auch ein langer Harzzopf stalaktitenartig herunter. Alle diese mit Zellsaft gemischten und daher trüben Harzmassen erhärteten bald an der Luft, wurden aber später wieder durch Einwirkung der Sonnenwärme in dünnflüssigen Zustand versetzt und geklärt. Das klare Harz überzog nun die Oberfläche des Stammes und der Aeste und nahm in diesem Zustand leicht vorüberfliegende Insecten sowie angewehte Pflanzenreste in sich auf; bei wiederholtem Fluss entstanden geschichtete Stücke (Schlauben), welche sich durch den Reichthum an organischen Einschlüssen auszeichnen. Das dünnflüssige Harz tropfte aber auch von Zweig zu Zweig und bildete an diesen freihängende Zäpfchen, welche durch Ablagerung neuer Schichten immer mehr an Umfang und Länge zunahmen; während dieses Vorganges wurden gleichfalls kleine Thiere und Pflanzen eingeschlossen. Da sich dieser Process im Augenblick vollzog und da überdies die einhüllende Masse dünnflüssig war, zeigen jene oft noch eine Lebensfrische und Schärfe, wie sie im ganzen Bereich der fossilen Flora und Fauna ihres Gleichen sucht. Sogar einzelne Vorgänge des Lebens sind mit überraschender Treue festgehalten und conservirt. Bei der Erhärtung des Harzes bildete sich ein Hohldruck, welcher auch die zartesten Einzelnheiten der Oberfläche so vollkommen wiedergiebt, dass noch eine mikroskopische Betrachtung derselben möglich ist. Im Uebrigen konnte die permeabele Harzmasse nicht verhindern, dass eine nachträgliche Verwesung des Inclusums eintrat, deren Producte zum Theil in gasförmigem Zustand entwichen; hingegen blieben kohlige Reste, sowie Chitin- und andere widerstandsfähige Substanzen im Hohlraum zurück. Wenn wir also im Succinit zarte Blüten, Pilzhyphen u. dgl. zu sehen glauben, so ist es nur der Naturselbstdruck, welcher das Bild derselben treu bewahrt hat. Wer nie in der Lage gewesen ist, einen Blick in diese Verhältnisse zu werfen, kann sich kaum eine Vorstellung von der Conservirungsfähigkeit des Succinits und der Schärfe der darin befindlichen Einschlüsse machen. Daher möchte ich den Vergleich mit zwei bekannten Erscheinungen, welche ganz anderen Gebieten angehören, hier anstellen, und zwar zunächst mit den in enkaustischer Manier auf Holz gemalten, antiken Porträts, wie solche vor drei Jahren in einem Felsenloch bei dem Fellahdorf Rubaijat in der grossen, prachtvoll bewässerten Oase Faijum von egyptischen Bauern aufgefunden sind. Die vorzügliche Erhaltung dieser aus den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung stammenden und bislang im Erdboden verborgen gewesenen, griechischen Gemälde führt man darauf zurück, dass

die Holztäfelchen vorher mit einer Harzmasse durchtränkt waren, ehe sie bemalt wurden, und dass später nochmals das Ganze mit Harz überzogen ist. Auf diese Weise waren jene Bilder, ähnlich wie die Pflanzen- und Thierreste des Succinits, mitten in Harz gebettet, welches bald erhärtete und alle Einschlüsse von aussen abhielt. Sodann erinnere ich an den Vorgang, welcher sich bei der Verschüttung von Stabiae, Herculanum und Pompeji im Jahre 79 n. Chr. vollzog. Bei der damaligen Eruption des Vesuvs fielen feine Aschentheilchen in so ungeheurer Menge auf jene drei Städte nieder, dass sich in Kurzem eine etwa 7 m hohe Decke bildete. Dieses Naturereigniss ging ganz unerwartet schnell von Statten, sodass hierbei viele Thiere und Menschen von ihrem Schicksal ereilt wurden. Da nun durch gleichzeitig niedergehende Wassermassen jene Asche in einen breiartig-flüssigen Zustand versetzt wurde, sind uns in Hohlformen mancherlei Momente des frisch pulsirenden Lebens fixirt und naturgetreu erhalten. Diese Abgüsse von lebenden Wesen, welche die Natur selbst bewirkt hat, sind zuweilen so vollkommen gelungen, dass nicht allein die allgemeinen Formen, sondern auch Einzelheiten des Körpers, der Gewänder und Schmucksachen deutlich sich erkennen lassen. Aber ähnlich, wie die Hohldrücke von Thieren und Pflanzen im Succinit, enthalten auch diese hier in ihrem Innern, ausser den Skeletttheilen, nur wenige verkohlte Reste des einst blühenden Lebens.

Kehren wir wieder zu den Bernsteinbäumen zurück! Eine Reihe von verschiedenen Agentien wirkte zusammen, um sie alle früher oder später zu Fall zu bringen; auf dem Waldboden häuften sich Generation über Generation und bildeten eine undurchdringliche Wildniss. Die schon am lebenden Baum eingetretene Zersetzung wurde am todten Holz durch dieselben Parasiten, sowie durch andere Saprophyten und Insecten fortgesetzt. Mancherlei Pilze siedelten sich an der Oberfläche an, drangen durch die Markstrahlen in das Innere und führten allmählich eine Lockerung des Zellverbandes herbei. Sodann waren es die Larven von Trauermücken, welche das todte Holz anbohrten und viele andere Insecten, welche in demselben frassen. In diesem Zustand war das abgestorbene Holz besonders geeignet zur Annahme von Samenanflug und bildete ein vortreffliches Substrat für die keimenden Samen von Bernsteinbäumen und anderen Pflanzen. Aber auch die verschiedenartigen Niederschläge und Wärme, ferner Viehtritt und Baumfall, sowie zahlreiche andere Factoren, leisteten der weiteren Zerstörung des abgestorbenen Holzes immer mehr Vorschub, bis es endlich in kleine Theilchen mannigfachen Feinheitsgrades zerfiel. Diese bildeten mit vielen anderen, pflanzlichen und thierischen Resten, wie z. B. dünnen Zweigen und Blättern, Pollen, Samen und Sporen, Chitintheilen und Koth von Insecten u. dgl. m., den Mulm des Waldbodens. Im Laufe grosser Zeiträume erlangte derselbe eine gewaltige Mächtigkeit und begünstigte nicht allein das Fortkommen junger Pflanzen im Walde, sondern förderte bei anhaltender Feuchtigkeit und Wärme die Entwickelung von Pilzen und Insecten. So bewegte sich denn das ganze Leben der Bernsteinbäume in einem fortwährenden Kreislauf. Schon die im Mulm aufkeimende Pflanze war den Angriffen der Pilze und Insecten, nicht weniger den Unbillen der Witterung ausgesetzt, und dieser Kampf währte durch ihr ganzes Leben fort. Einzelne Individuen gingen frühzeitig zu Grunde, während andere hartnäckig Widerstand leisteten und erst in hohem Alter dem Kampf ums Dasein unterlagen. Sie lieferten dann selbst wieder das Material zum Fortkommen und zur Verbreitung der Feinde ihrer eigenen Nachkommen.

Das dünnflüssige Harz, welches von den Zweigen herabtropfte, fiel auch zu Boden und verkittete hier den Mulm zu unförmlichen Massen, welche den Firniss des Bernsteinhandels geliefert haben. Derselbe besteht hauptsächlich aus kleinen, zersetzten, oft auch zerbissenen Holzsplittern, enthält aber zuweilen grössere Aststücke bis zur Stärke eines Daumens und darüber. Diese sowie die frei vorkommenden Hölzer, welche nicht zu Firniss verbunden sind, zeigen eine vorzügliche Erhaltung,

denn das darin natürlich vorkommende Harz hat sich von den Intercellularen aus weiter verbreitet und hat mehr oder weniger den ganzen Holzkörper durchdrungen. Auf diese Weise ist von der Natur selbst ein Dauerpräparat so vollkommen geschaffen, wie wir es auf künstlichem Wege nicht zu erreichen vermögen; alle Einzelheiten, die wir sonst gewöhnlich nur an recenten Pflanzen wahrnehmen können, sind uns hier treu bewahrt.

Wie lange der eigentliche Bernsteinwald bestanden hat, entzieht sich bis jetzt unserer Schätzung; dass sich die Dauer desselben wenigstens auf Jahrhunderte erstreckt haben muss, geht schon aus den conservirten Holzresten hervor, aber wahrscheinlicher Weise hat sie viel länger angehalten. Endlich wurde auch er vom Schicksal ereilt, als sich der Boden senkte und Meerwasser darüber hinflutete. So geriethen auch das Harz und die Hölzer ins Wasser und wurden später, zusammen mit den Resten der Meeresthiere, in den feinen Sandmassen, der sogenannten blauen Erde, abgelagert, die aus der Zertrümmerung des einstigen Untergrundes des Bernsteinwaldes hervorgegangen war.



Druck von A. W. Kafemann in Danzig.

TAFEL I.

TAFEL I.

Rinde.

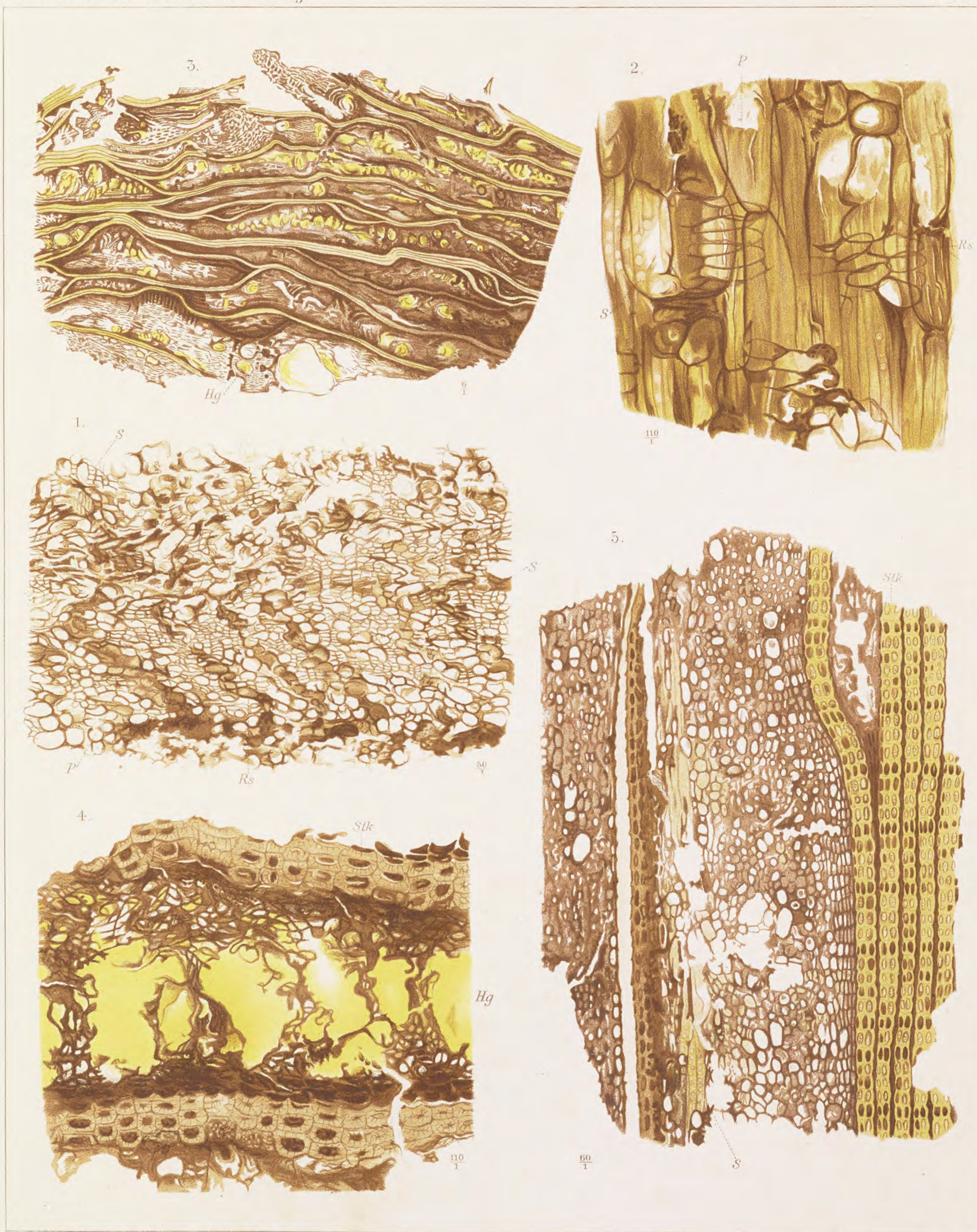
Fig. 1. Horizontalansicht der secundären Rinde. *P* sind Parenchymzellen, *S* Siebröhren und *Rs* Rindenstrahlen. $\left(\frac{50}{1}\right)$

Fig. 2. Radialschliff durch dieselbe Rinde. *P* sind Parenchymzellen, *S* Siebröhren mit Ansicht der Siebplatten, *Rs* sind Rindenstrahlen. $\left(\frac{110}{1}\right)$

Fig. 3. Horizontalansicht der Borke mit wechselnden Lagen von Korkrindengewebe, echtem Kork und Phelloid; das erstere enthält (*Hg*) zahlreiche Harzgänge. $\left(\frac{6}{1}\right)$

Fig. 4. Ein Theil des vorigen Schliffes bei stärkerer Vergrösserung. Die untere Partie besteht aus Phelloid, dann folgt Kork und Rindengewebe mit lysigenen Harzgängen (*Hg*). Der obere Rand wird wieder von Phelloid (*Stk*) eingenommen. $\left(\frac{110}{1}\right)$

Fig. 5. Radialschliff durch die Borke. Auf der rechten Seite befinden sich wechselnde Schichten von Kork und Phelloid (*Stk*). Im Rindengewebe sind bei *S* einige Siebröhren zu erkennen. $\left(\frac{60}{1}\right)$



lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL II.

TAFEL II.

Rinde.

Fig. 1. Radiale Ansicht der Siebröhren mit Siebplatten. $\left(\frac{550}{1}\right)$

Fig. 2. Tangentialschnitt durch die secundäre Rinde. *P* sind Parenchymzellen, *S* sind Siebröhren. Die mehrschichtigen Rindenstrahlen enthalten gewöhnlich einen Harzgang (*Hg*); ausserdem kommen auch einschichtige Rindenstrahlen vor. $\left(\frac{110}{1}\right)$

Fig. 3. Tangentiale Ansicht eines mehrschichtigen Rindenstrahles mit (*Hg*) schizogenem Harzgang. $\left(\frac{110}{1}\right)$

Fig. 4. Tangentialschliff durch eine secundäre Rinde mit lysigenen Harzgängen; durch das Hervortreten des Harzes ist der Verlauf des Gewebes gestört. $\left(\frac{52}{1}\right)$

Fig. 5. Tangentiale Ansicht der Borke mit Phelloid (*Stk*). Links oben ein lysigener Harzraum im Rindengewebe und rechts mehrere Rindenstrahlen. $\left(\frac{25}{1}\right)$

Fig. 6. Ein Theil des vorigen Schnittes mit Kork- und Phelloidzellen; letztere zeigen eine poröse Wandung. $\left(\frac{180}{1}\right)$



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL III.

TAFEL III.

Wurzelholz.

Fig. 1. Querschnitt eines verkienten Wurzelholzes. Die Jahresringe (*J* Grenze) sind unregelmässig und eng. Die Tracheïden schliessen nicht lückenlos an einander, sondern bilden hier und da Intercellularen; auf den radialen Wänden vieler Tracheïden können Hoftüpfel wahrgenommen werden. Schizogene Harzgänge liegen zu zweien und dreien beisammen. $\left(\frac{52}{1}\right)$

Fig. 2. Querschnitt eines anderen Wurzelholzes mit schizo-lysigenen Harzgängen. $\left(\frac{52}{1}\right)$

Fig. 3. Querschnitt durch einen Hoftüpfel auf der radialen Wand der Tracheïden. Der freie Rand ist schwach nach innen gewölbt; die Schliesshaut verläuft gerade durch die Mitte des linsenförmigen Hohlraumes und besitzt einen plattenförmig verdickten Torus. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 4. Querschnitt durch eine Tracheïde, welche mit Thyllen erfüllt ist. $\left(\frac{280}{1}\right)$

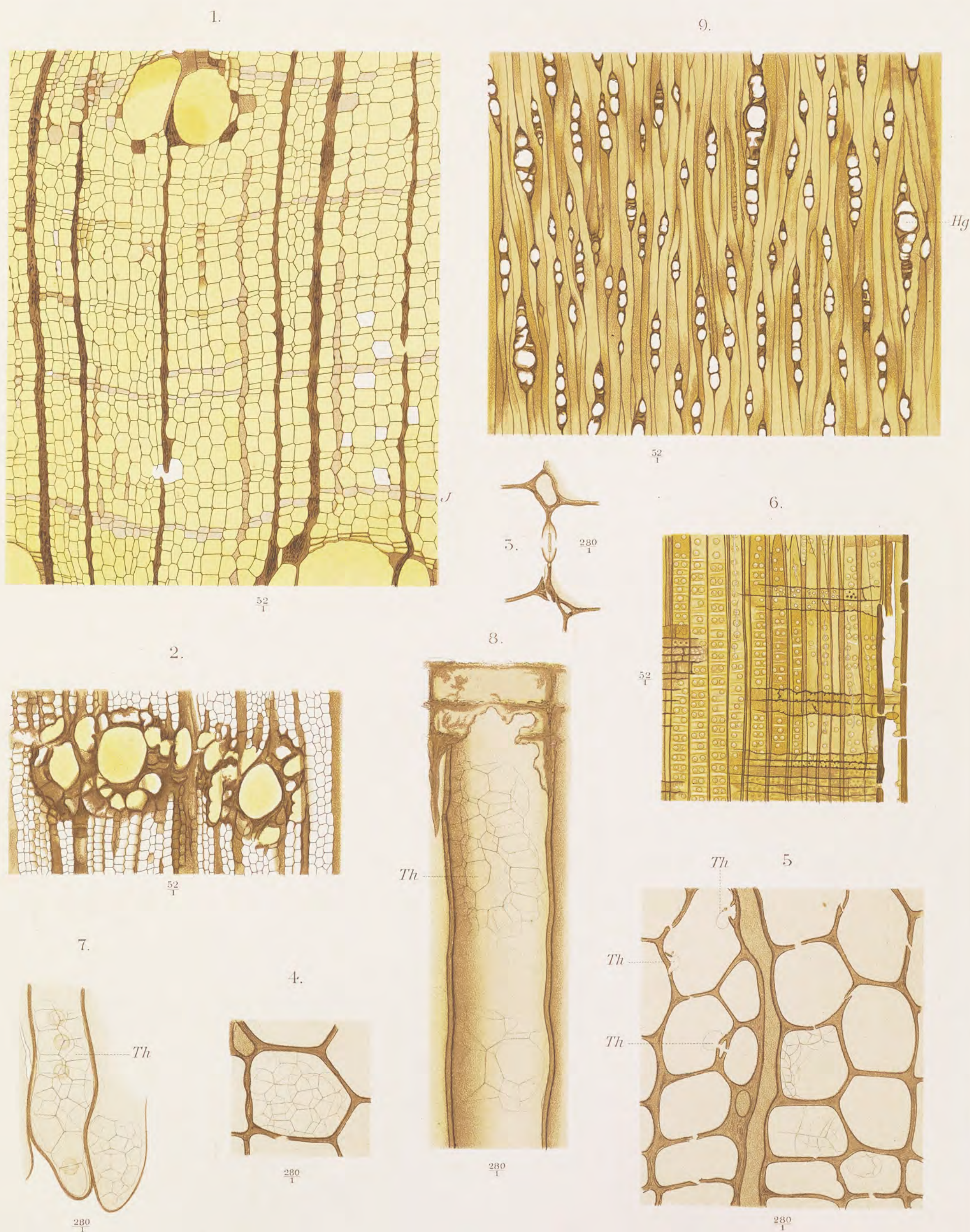
Fig. 5. Querschnitt durch ein Wurzelholz. Die Schliesshaut der Hoftüpfel wölbt sich in das Lumen einzelner Tracheïden und bildet eine Thylle (*Th*); auch andere Tracheïden zeigen Thyllen. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 6. Radialschnitt. Die beiden auf gleicher Höhe stehenden Hoftüpfel auf der Radialwand der Längstracheïden werden von einem gemeinsamen Hof umgeben. Die Wandungen der Quertracheïden sind mit zackigen Vorsprüngen versehen, welche tangentialen Leisten entsprechen. Auf der rechten Seite liegt ein verticaler, schizogener Harzgang. $\left(\frac{52}{1}\right)$

Fig. 7. Radialansicht von Tracheïden-Endigungen, welche mit Thyllen (*Th*) erfüllt sind. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 8. Radialschnitt durch den mittleren Theil einer Tracheïde, welche stellenweise Thyllen (*Th*) enthält. Am oberen Rande verläuft ein Markstrahl. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 9. Tangentialansicht eines Wurzelholzes. Auf der Radialwand der Tracheïden sind einzelne Tüpfelreihen zu sehen. *Hg* bezeichnet einen schizogenen Harzgang, welcher aus der Mitte der mehrschichtigen Markstrahlen herausgerückt ist. $\left(\frac{52}{1}\right)$



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL IV.

TAFEL IV.

Wurzel- und Astholz.

Fig. 1. Querschnitt durch Wurzelholz. Der freie Rand des Hoftüpfels ist schwach nach innen gekrümmt; die Schliesshaut liegt der linken Hofwand an und besitzt einen plattenförmig verdickten Torus. $\left(\frac{280}{1}\right)$

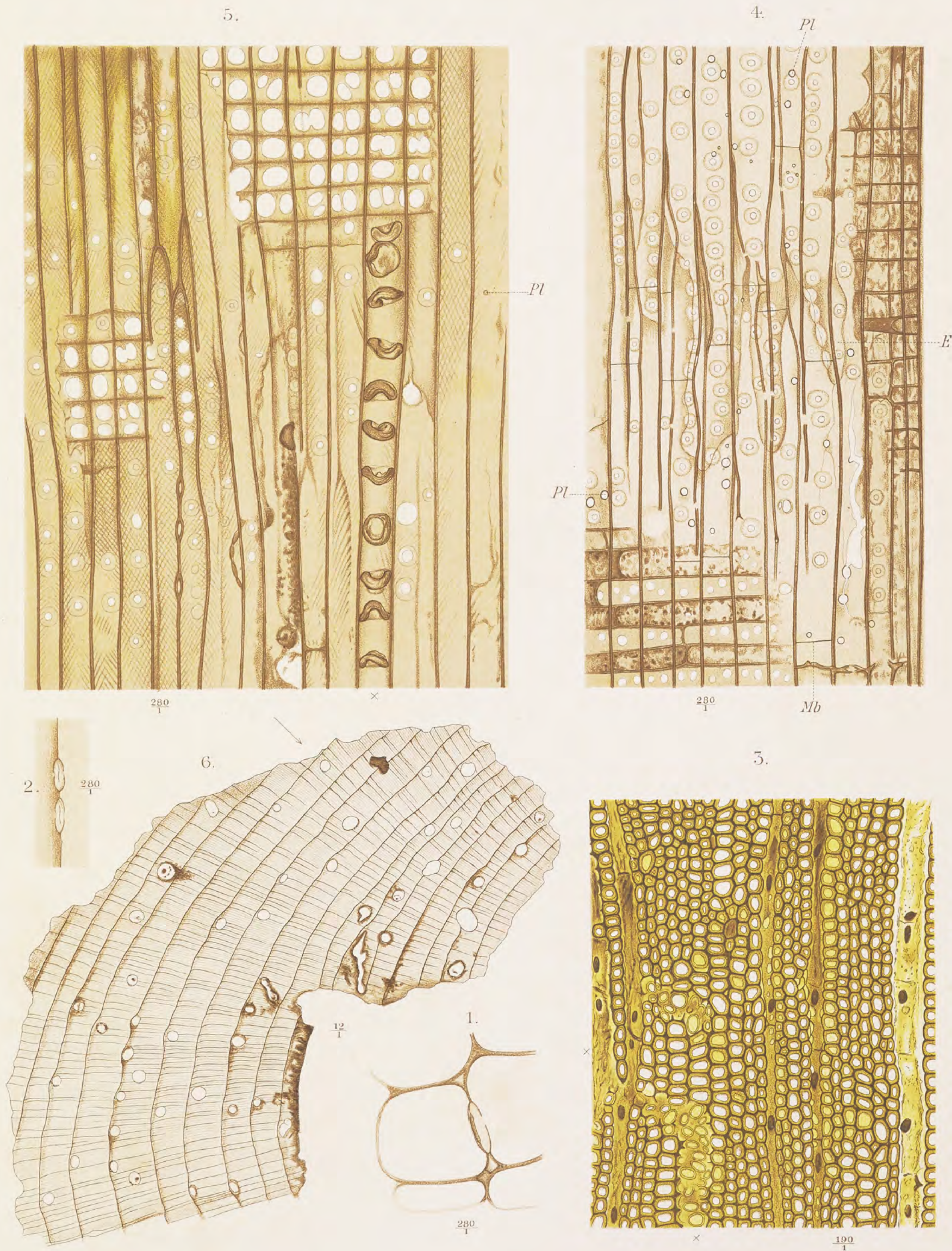
Fig. 2. Tangentialschnitt von einer anderen Stelle desselben Wurzelholzes. Die freien Ränder der Tüpfel sind schwach nach innen gewölbt; die Schliesshaut verläuft S-förmig gebogen durch die Mitte des Hohlraumes. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 3. Horizontalschliff durch ein Astholz, dessen Tracheïden mehr oder weniger die ursprüngliche Wandstärke besitzen. Rechts am Rande verläuft ein horizontaler, schizogener Harzgang in einem Markstrahl; auf der linken Seite (×) sind mehrere verticale, lysigene Intercellularen in Bildung begriffen. $\left(\frac{190}{1}\right)$

Fig. 4. Radialansicht. *E* sind die wurmförmig verbogenen und reich getüpfelten Endigungen der Tracheïden; *Mb* die quer durch das Lumen der Tracheïden gespannten, feinen Membranen; *Pl* die von Pilzhyphen verursachten Löcher in der Zellwand. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 5. Radialansicht. Fast alle Tracheïden zeigen eine sehr deutliche Spiralstreifung ihrer Wandungen. In einer Zelle (×) sind übereinander zahlreiche feine, quergespannte Membranen vorhanden, welche sich von der Wand abgelöst haben; eine andere Tracheïde (die zweite Zelle links von ×) besitzt eine Querwand von der Stärke der Längswände. An einer Stelle auf der linken Seite des Präparates sind drei Tangentialtüpfel übereinander sichtbar. Die Wandungen der Tracheïden (*Pl*) sind von Pilzhyphen durchbohrt. Die Markstrahlen sind sehr ungleichartig getüpfelt. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 6. Horizontalschliff mit abnormem Verlauf der Markstrahlen. Die in der Richtung des ↓ liegenden Markstrahlen verlaufen nahezu gerade, wogegen die rechts davon nach rechts und die links davon nach links abgelenkt sind. Diese Ablenkung findet ausschliesslich im Sommerholz statt. Dieser Schliff zeigt auch das Vorherrschen der verticalen Harzcanäle im Sommerholz gegenüber dem Frühjahrsholz. $\left(\frac{12}{1}\right)$



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL V.

TAFEL V.

Schizogene Harzgänge.

Fig. 1. Horizontalansicht. Im ersten Frühjahrsholz eines Ringes sind überaus zahlreiche Harzgänge ausgebildet, vermuthlich zufolge vorangegangener Verletzung. *J* bedeutet die Grenze der Jahresringe. $\left(\frac{15}{1}\right)$

Fig. 2. Radialansicht. *P'* ist eine getüpfelte Epithelzelle eines verticalen Harzganges; *Pl* ein Pilzloch in der Zellwand und *R* ein Riss in derselben, welcher im trockenen Holz entstanden ist. $\left(\frac{110}{1}\right)$

Fig. 3. Tangentialansicht. *P* bezeichnet eine ungetüpfelte und *P'* eine getüpfelte Parenchymzelle aus der Umgebung eines verticalen, schizogenen Harzganges; *Hg* ist ein horizontaler, schizogener Harzgang in einem mehrreihigen Markstrahl. Die Tracheïden am linken Rande des Präparates besitzen Querwände; ausserdem zeigen die Längswände die Zersetzungserscheinung von *Polyporus mollis* FR. $\left(\frac{200}{1}\right)$

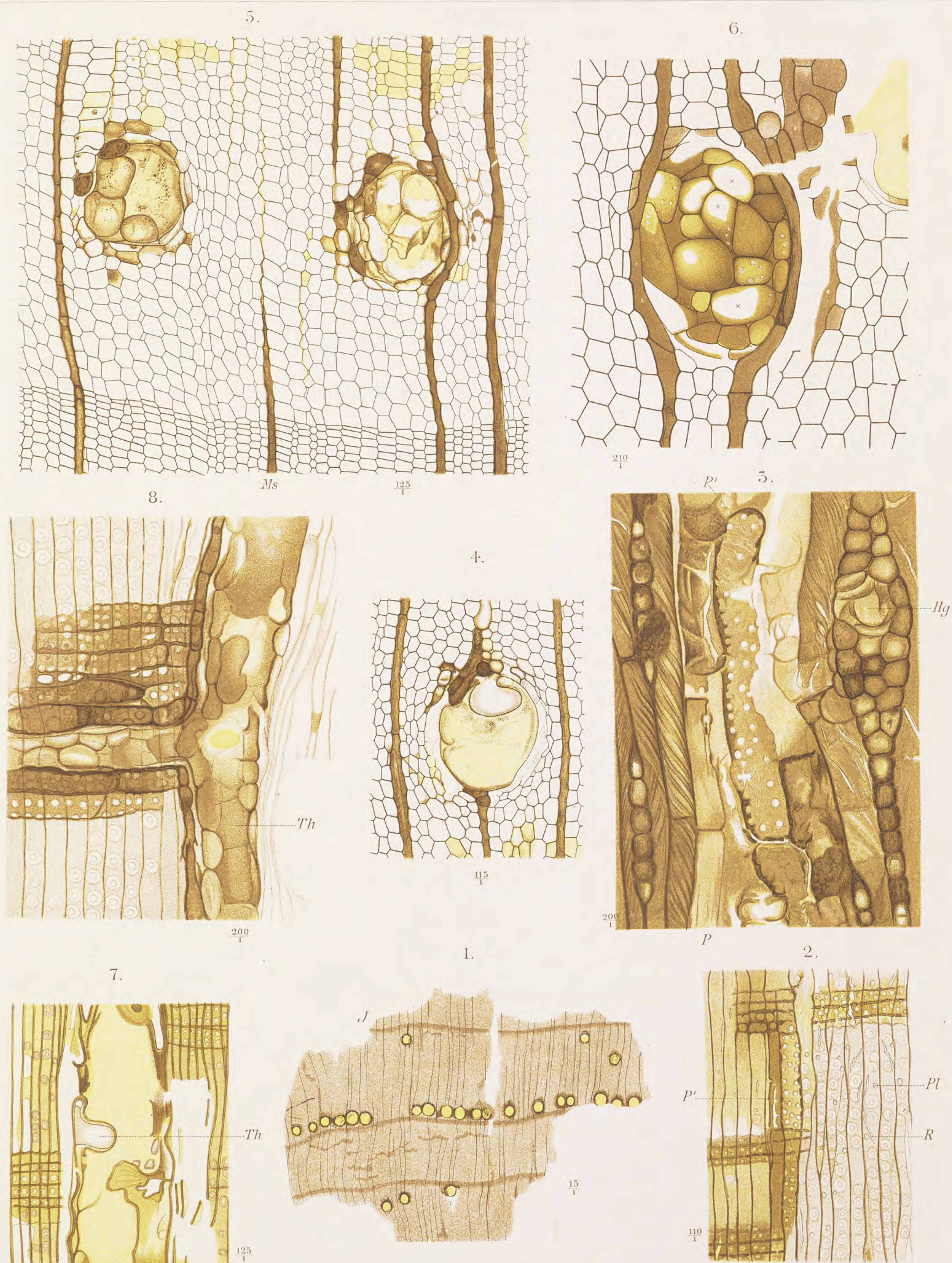
Fig. 4. Querschnitt durch einen senkrechten Harzcanal. Eine Epithelzelle wächst, nach Art der Thyllen, blasenartig in den Intercellularraum hinein. $\left(\frac{115}{1}\right)$

Fig. 5. Horizontalansicht mit zwei Harzcanälen, welche durch Thyllen-ähnliche Bildungen ausgefüllt sind. Der Schliff verläuft nicht genau horizontal, weshalb der niedrige Markstrahl *Ms* nach aussen durchschnitten ist. Zwischen den Tracheïden sind einzelne grössere, schizogene Intercellularen sichtbar. $\left(\frac{125}{1}\right)$

Fig. 6. Querschnitt durch einen Harzcanal, welcher mit Thyllen-ähnlichen Gebilden erfüllt ist; dieselben sind mit einfachen, zum Theil auch scheinbar mit gehöften Tüpfeln versehen, und platten sich gegenseitig ab. Die hellen Flecke (×) sind durch Abschleifen jener Gebilde entstanden. $\left(\frac{210}{1}\right)$

Fig. 7. Radialansicht. Eine Epithelzelle wächst nach Art der Thyllen (*Th*) blasenartig in den schizogenen Harzgang. $\left(\frac{125}{1}\right)$

Fig. 8. Radialansicht mit einem verticalen und einem horizontalen, schizogenen Harzgang. Beide communiciren mit einander und sind durch Thyllen-ähnliche Bildungen (*Th*) ausgefüllt; in der Mitte hat sich noch ein kleiner Harzrest erhalten. $\left(\frac{200}{1}\right)$



Lith. Anst. v Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL VI.

TAFEL VI.

Abnormes Parenchym.

Fig. 1. Horizontalschliff. Im Sommerholz eines Jahresringes liegt eine Gruppe abnormes Holzparenchym (*P*). Die Lücken im Gewebe sind durch Herausfallen einzelner Partieen während des Schleifens entstanden. $\left(\frac{56}{1}\right)$

Fig. 2. Horizontalschliff mit abnormem Holzparenchym (*P*) in vorgerückterem Stadium. Das Parenchymgewebe ist in Succinose begriffen und hat sich von dem älteren Tracheïdengewebe abgetrennt. Einige Parenchymzellen sind getüpfelt; eine grosse Zelle, fast in der Mitte des Präparates, ist abgeschliffen. Das abnorme Holzparenchym liegt im Sommerholz; *J* ist die Grenze der Jahresringe. $\left(\frac{210}{1}\right)$

Fig. 3. Tangentialansicht des abnormen Parenchyms (*P*) in jüngerem Stadium. $\left(\frac{80}{1}\right)$

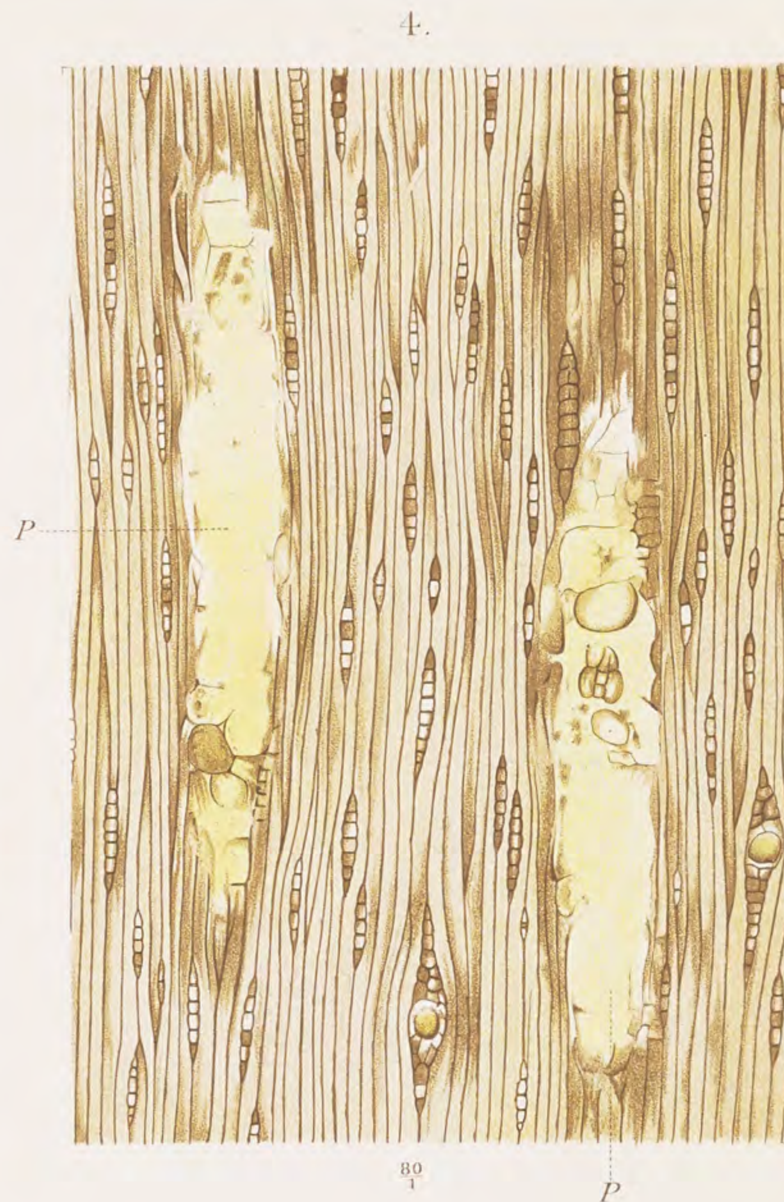
Fig. 4. Tangentialansicht. *P* sind zwei, aus abnormem Holzparenchym hervorgegangene, lysigene Harzgänge. Die mehrreihigen Markstrahlen umschliessen je einen schizogenen Harzgang. $\left(\frac{80}{1}\right)$

Fig. 5. Gruppe von Parenchymzellen der Aussenrinde eines auf Taf. XV. Fig. 4 und Taf. VII. Fig. 3 und 4 dargestellten Astes. Die Zellkerne sind in jenen Zellen sehr deutlich sichtbar. $\left(\frac{110}{1}\right)$

1.



4.



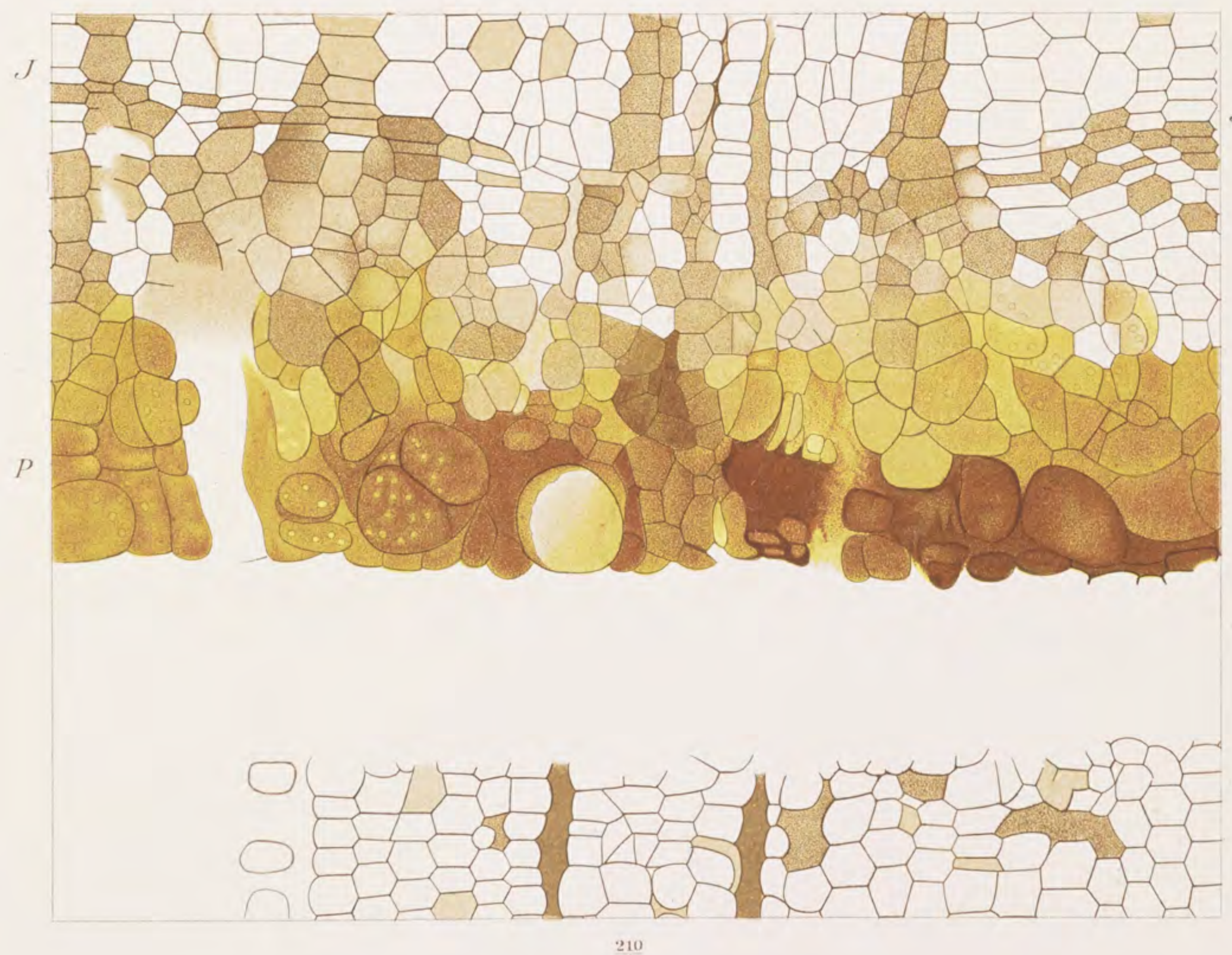
5.



3.



2.



 Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL VII.

TAFEL VII.

Abnormes Parenchym.

Fig. 1. Ein Theil der Gruppe von Holzparenchym (*P*), welche auf Taf. VIII. Fig. 2 im Ganzen dargestellt ist, bei stärkerer Vergrösserung. Die radiale Anordnung der Parenchymzellen ist an einzelnen Stellen erkennbar; mehrere Wandungen sind mit einfachen Tüpfeln versehen. $\left(\frac{210}{1}\right)$

Fig. 2. Ein Theil der Holzparenchymgruppe (*P*), die auf Taf. VI. Fig. 1 vollständig dargestellt ist, bei stärkerer Vergrösserung. Die Wandungen mehrerer Parenchymzellen sind getüpfelt; die radiale Anordnung ist zu erkennen. *J* bezeichnet die Grenze der Jahresringe und *H* einen senkrechten Harzcanal. $\left(\frac{210}{1}\right)$

Fig. 3. Horizontalansicht des auf Taf. XV. Fig. 4 abgebildeten Astes. Durch Verharzung, welche von einem ringförmigen, abnormen Holzparenchym ausging, ist die Rinde (*Rd*) abgehoben. Bei *S* sind unter stärkerer Vergrösserung einige Siebröhren und bei *Hg* ein Harzgang sichtbar. *M* stellt den vom Holzkörper umgebenen Markcylinder dar. $\left(\frac{6}{1}\right)$

Fig. 4. Ein Theil der Rinde des vorigen Präparates, bei stärkerer Vergrösserung. Auf der rechten Seite liegen die Parenchymzellen und Siebröhren der Innenrinde; links unten einige Parenchymzellen der Aussenrinde. Der Zug der Zellen entspricht der Lostrennung der Rinde vom Holzkörper. $\left(\frac{110}{1}\right)$

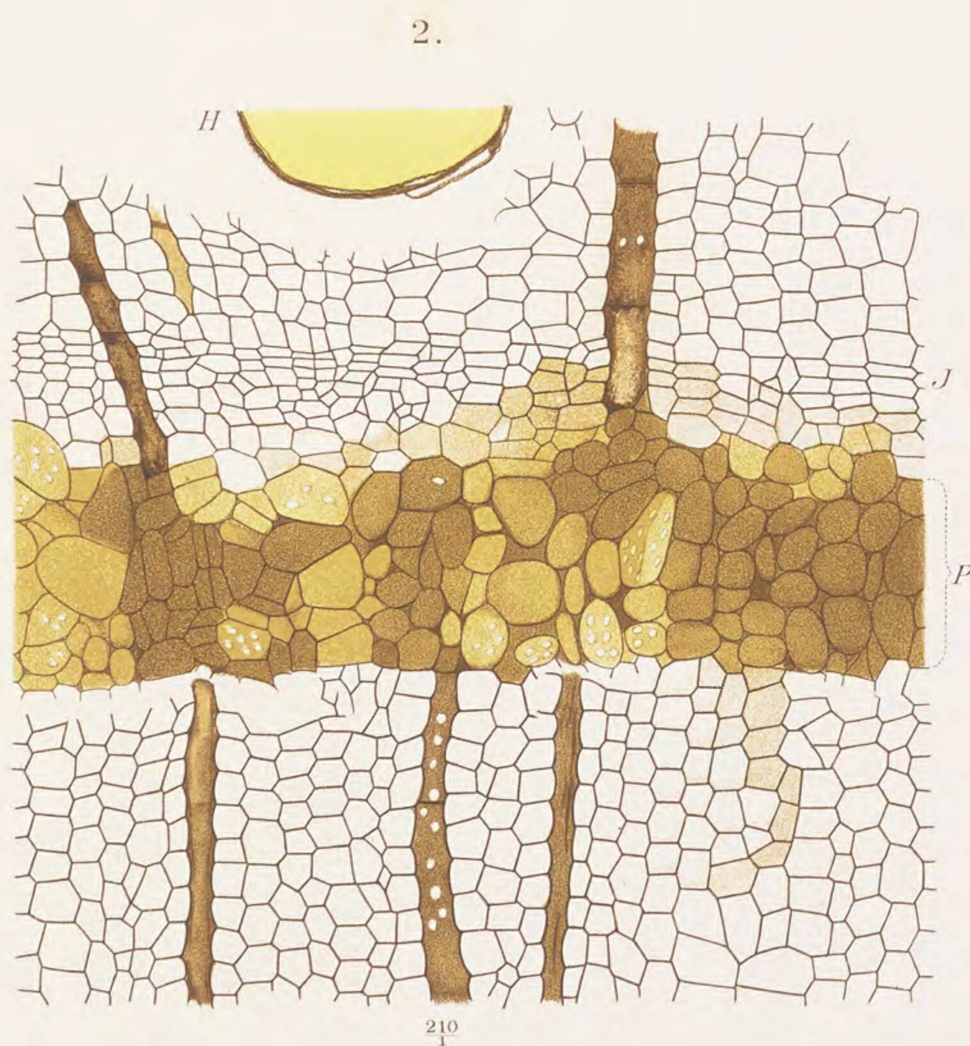
3.



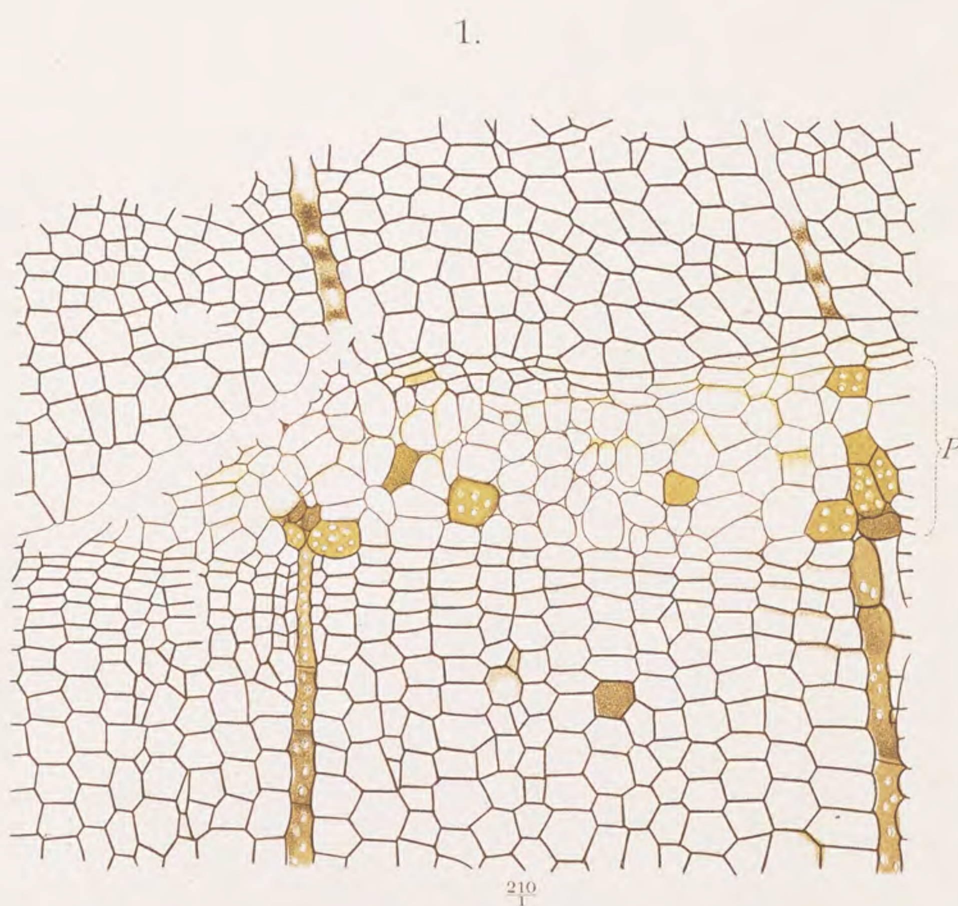
4.



2.



1.



 Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL VIII.

TAFEL VIII.

Verkienung, Markstrahlen etc.

Fig. 1. Horizontalansicht. Bildung eines lysigenen Harzganges im Holz. $\left(\frac{205}{1}\right)$

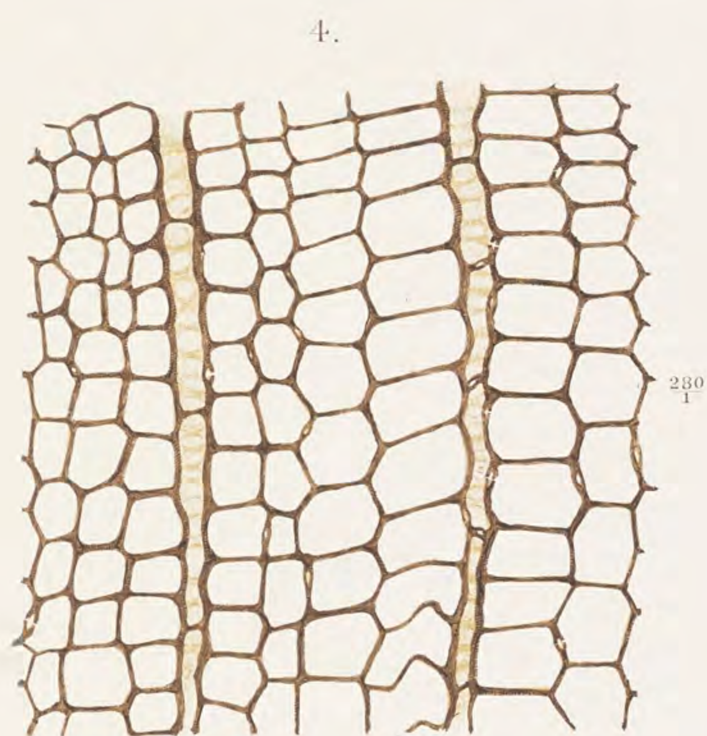
Fig. 2. Querschnitt durch ein trockenes Astholz. *P* bezeichnet eine Gruppe abnormes Holzparenchym, *L* die Lücken, welche durch Zusammentrocknen des Holzkörpers entstanden sind. Die Schliffrichtung entspricht nicht genau der Horizontalen; daher sind viele Markstrahlen centrifugal durchschnitten und endigen scheinbar blind. $\left(\frac{52}{1}\right)$

Fig. 3. Querschnitt durch ein Stammholz im Zustand der Verkienung. An mehreren Stellen sind die Hoftüpfel auf der radialen Wand der Tracheïden zu erkennen. *Ms* bezeichnet solche Markstrahlen, welche in ihrem äusseren Theile durchgeschliffen sind. $\left(\frac{52}{1}\right)$

Fig. 4. Horizontalansicht mit zwei einschichtigen Markstrahlen. Die Quertracheïden besitzen Wandleisten in tangentialer Richtung und Hoftüpfel auf allen Wänden. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 5. Horizontalansicht eines einschichtigen Markstrahles mit zahlreichen Hoftüpfeln auf der horizontalen und tangentialen Wand der Quertracheïden. $\left(\frac{280}{1}\right)$

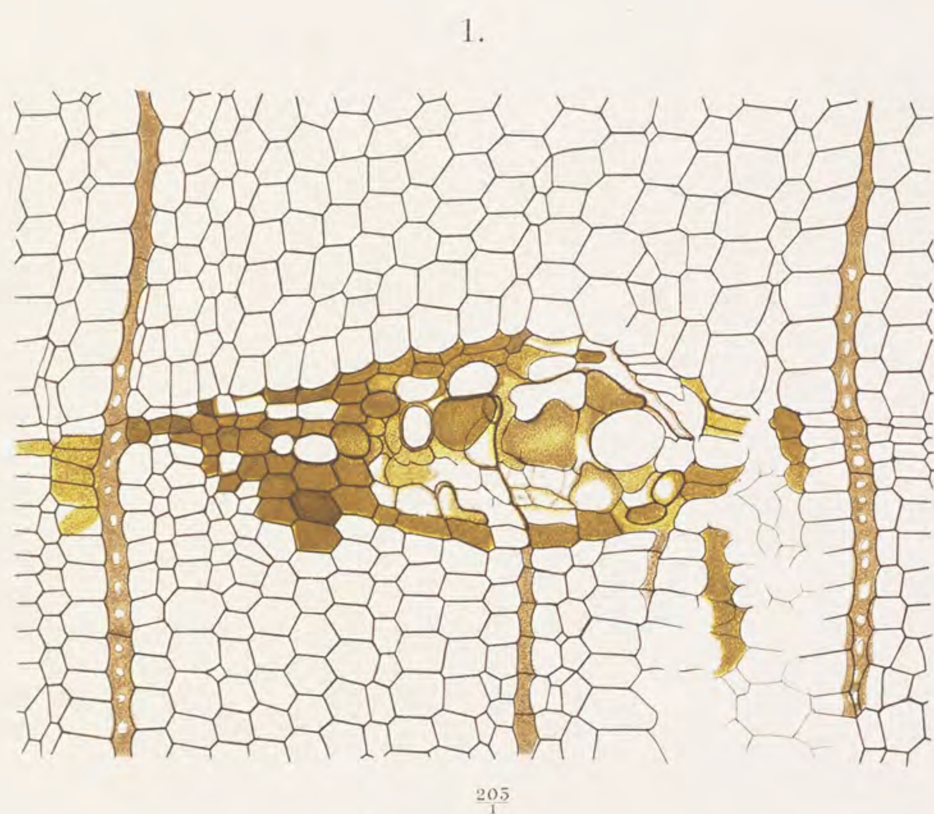
4.



3.



1.



2.

5.





Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL IX.

TAFEL IX.

Markstrahlen.

Fig. 1. Radialansicht. Die Mitte sowie die obere und untere Kante des Markstrahles bilden Quertracheïden; dazwischen verlaufen je zwei Reihen Parenchymzellen, deren eine mit braunem Inhalt erfüllt ist. Die Wände der Quertracheïden und auch diejenigen der Parenchymzellen besitzen hier und da zackenförmige Vorsprünge, welche tangential verlaufenden Leisten entsprechen. *Pl* ist ein durch Pilzhyphen verursachtes Loch in der Zellwand und *Tr* sind Risse, die sich zufolge starker Zersetzung gebildet haben und von der Tüpfelöffnung ausgehen. An mehreren Stellen sind einzelne Partien des Gewebes abgeschliffen. $\left(\frac{720}{1}\right)$

Fig. 2. Radialansicht. Der Markstrahl besteht lediglich aus Quertracheïden. Die Aussenwand der oberen und unteren Quertracheïden zeigt nach innen zackige Vorsprünge. *T* stellt einen Tüpfel dar, dessen Schliesshaut mit linsenförmig verdicktem Torus in der Mitte des Tüpfelraumes liegt, und *T'* einen anderen, in welchem sich dieselbe an der Innenseite angelegt hat. *Tr* und *R* sind Risse, die sich in Folge des Zusammentrocknens des Holzes gebildet haben; die ersteren gehen von Tüpfelöffnungen aus. $\left(\frac{720}{1}\right)$

Fig. 3. Tangentialansicht eines einschichtigen Markstrahles. *T* sind Tüpfel der Quertracheïden; der schmale Saum im Innern der unteren Zellen stellt die tangentialen Leisten auf der inneren Wand dar. *Pl* sind Pilzlöcher in der Wand der Längstracheïden; von einigen dieser Oeffnungen aus haben sich später Risse gebildet. $\left(\frac{280}{1}\right)$

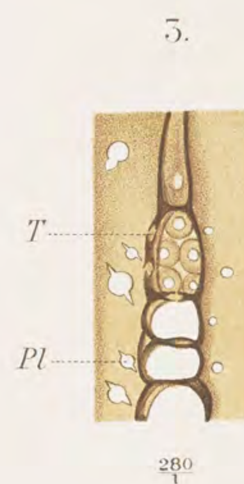
Fig. 4. Tangentialansicht eines einschichtigen Markstrahles. *I* ist ein Intercellularraum zwischen demselben und den Längstracheïden; die angrenzenden Wandtheile des Strahlenparenchyms sind getüpfelt. Der schmale Saum im Innern der Zellen stellt eine in tangentialer Richtung verlaufende Leiste dar. *R* ist ein Riss in der Zellwand. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 5. Tangentialansicht eines Markstrahles, welcher aus einer einzigen Reihe von Quertracheïden besteht; horizontale Leisten und tangentiale Hoftüpfel. *Pl* sind Pilzlöcher. $\left(\frac{280}{1}\right)$

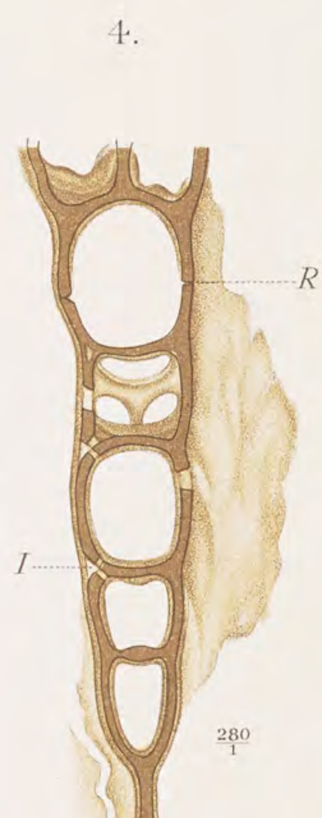
2.



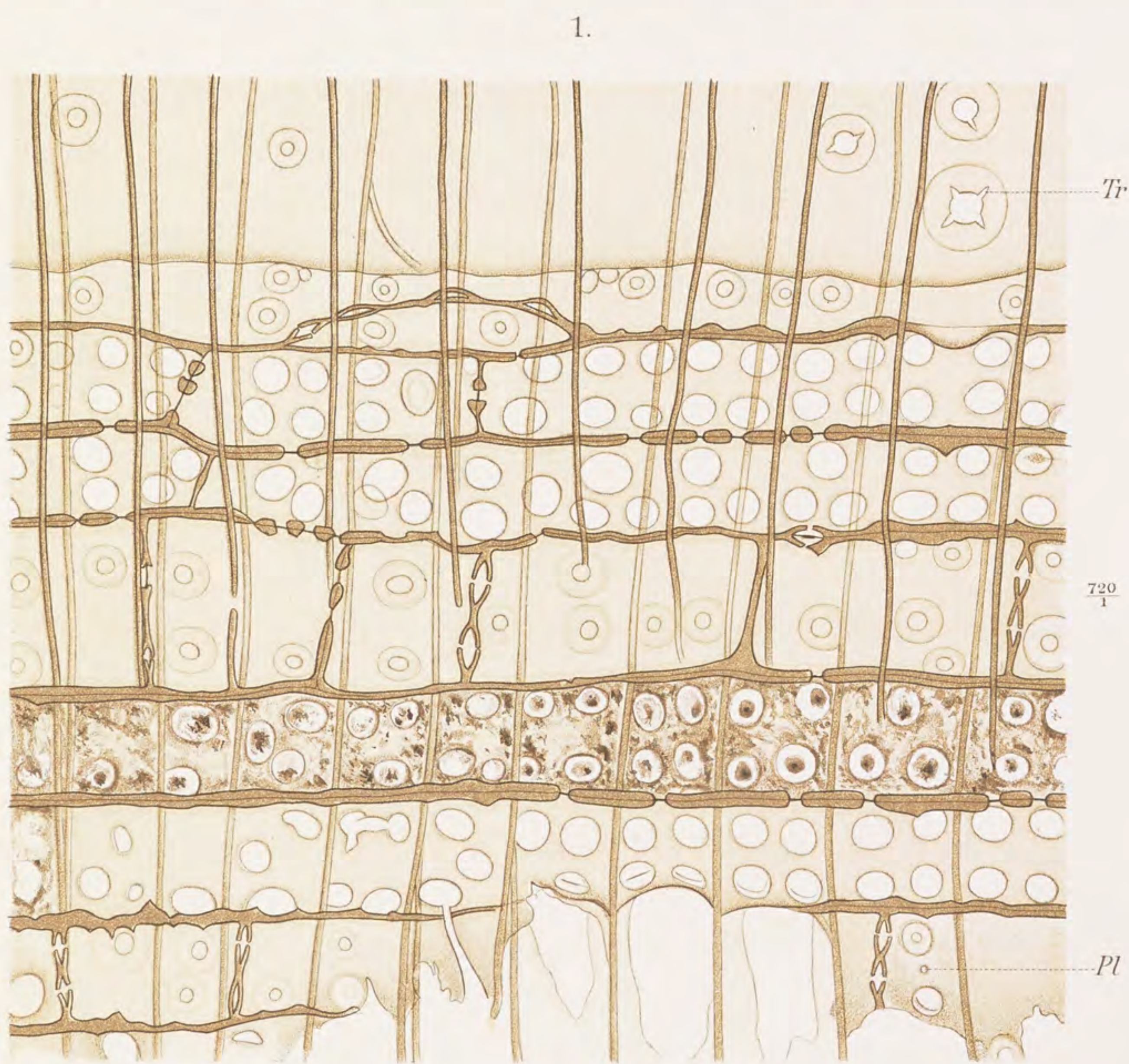
3.



4.



1.



5.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL X.

TAFEL X.

Markstrahlen und Mark.

Fig. 1. Ansicht eines Theiles des auf Taf. IV. Fig. 6 dargestellten Bildes, bei stärkerer Vergrösserung. Die Markstrahlen verlaufen gerade im Frühjahrsholz und lenken im Sommerholz ab; in einem derselben sind die tangentialen Leisten auf der Innenwand der Quertracheïden deutlich erkennbar. *Ms* ist ein nach aussen durchnittener Markstrahl. $\left(\frac{130}{1}\right)$

Fig. 2. Horizontalansicht der getüpfelten Parenchymzellen des Markstrahles. $\left(\frac{280}{1}\right)$

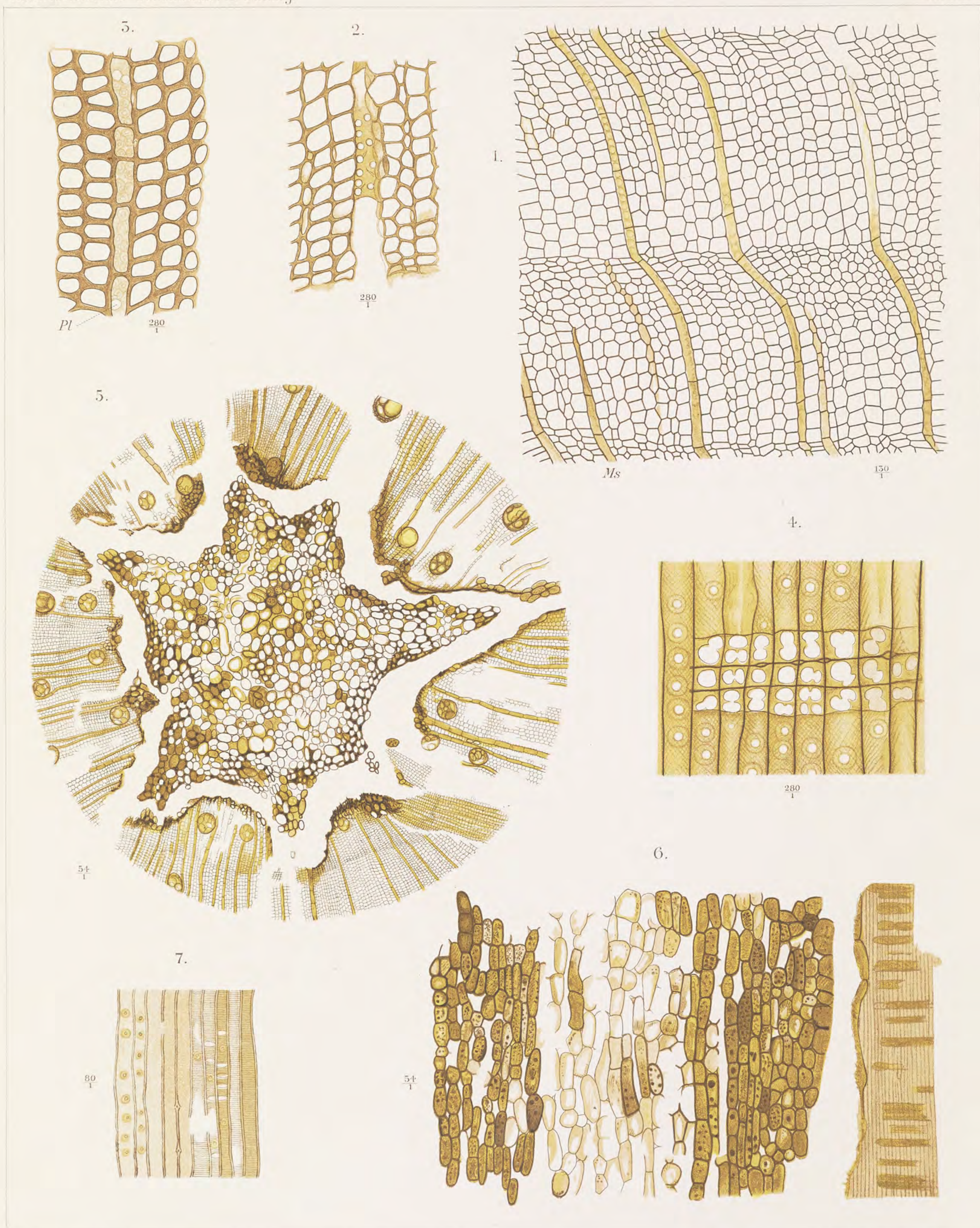
Fig. 3. Horizontalansicht der Quertracheïden, deren Wände mit Hoftüpfeln gedrängt bekleidet sind. *Pl* ein Pilzloch in der horizontalen Wand einer Quertracheïde. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 4. Radialansicht. Die Wandungen der Strahlenzellen zeigen sehr verschiedenartige Tüpfelung, die der Längstracheïden eine feine Spiralstreifung. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 5. Querschnitt durch den mehrstrahligen Markcylinder. Nahezu alle schizogenen Harzgänge im Holz sind durch Thyllen-ähnliche Gebilde geschlossen. $\left(\frac{54}{1}\right)$

Fig. 6. Radialansicht des Markcylinders; die Zellwände sind theilweise getüpfelt. $\left(\frac{54}{1}\right)$

Fig. 7. Radialschnitt durch den ersten Jahresring: rechts Tracheïden mit spiral- und ringförmigen Verdickungen, auch mit einzelnen Hoftüpfeln (Markkrone), links Tracheïden mit zahlreichen Hoftüpfeln. $\left(\frac{80}{1}\right)$



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL XI.

TAFEL XI.

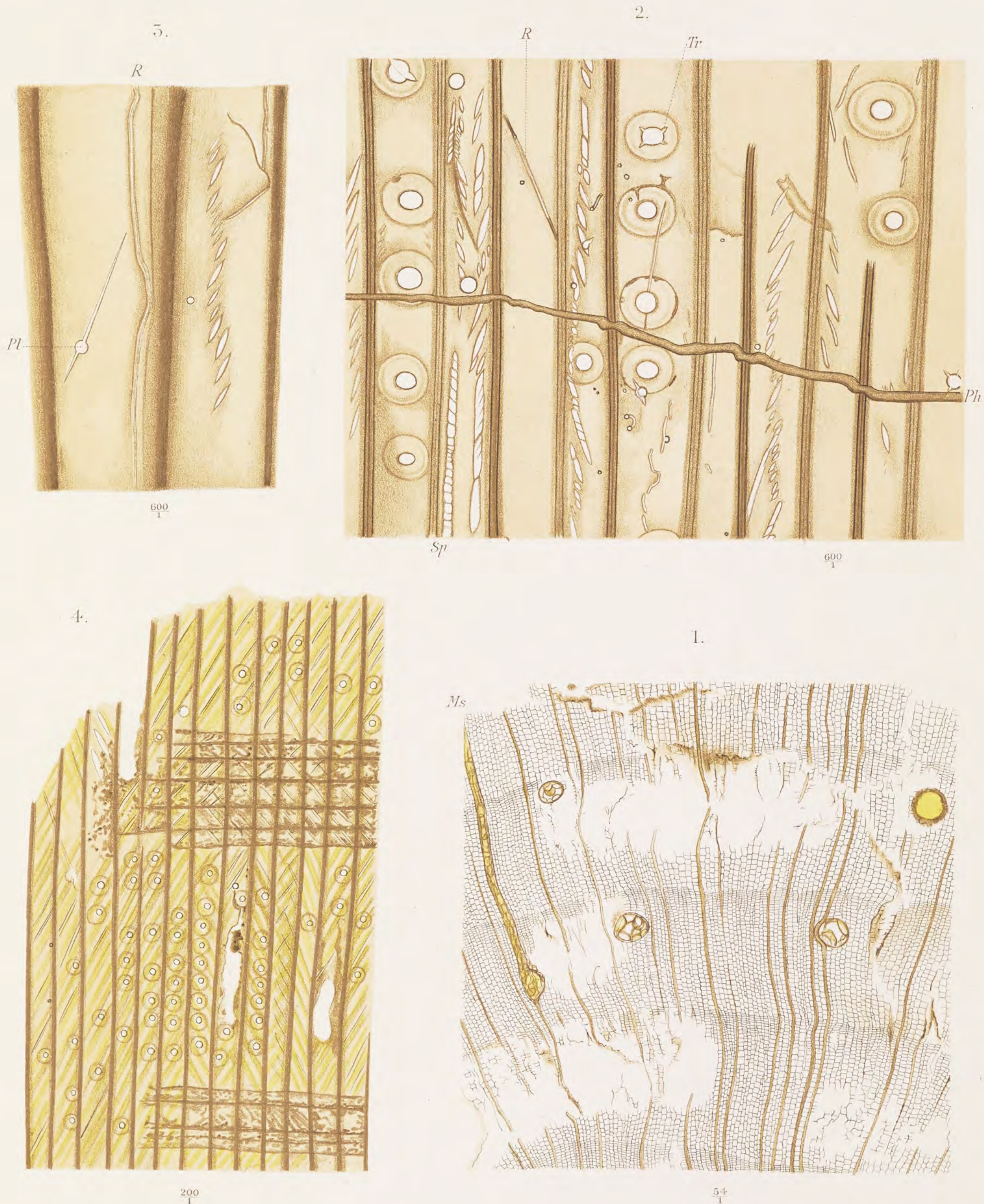
Parasitische Pilze im Holz.

Fig. 1. Horizontalschliff mit der Zersetzung durch *Trametes Pini* Fr. *f. succinea*. *Ms* ein, durch Thyllen-ähnliche Bildungen ausgefüllter, schizogener Harzgang in einem mehrschichtigen Markstrahl. Auch nahezu alle verticale Canäle sind geschlossen. $\left(\frac{54}{1}\right)$

Fig. 2. Radialschliff mit der Zersetzung durch *Polyporus vaporarius* Fr. *f. succinea*. *Ph* stellt die Pilzhyphe, *Sp* den charakteristischen, zusammengesetzten Verticalspalt in der Membran, *Tr* einen Riss im Tüpfel und *R* einen Riss in der Tracheïdenwand dar. $\left(\frac{600}{1}\right)$

Fig. 3. Radialschliff mit derselben Zersetzungserscheinung. Auf der rechten Seite der durch obigen Pilz hervorgerufene Verticalspalt; auf der linken Seite bedeutet *R* einen Riss in der Wand und *Pl* ein Pilzloch, von welchem auch ein Riss seinen Ausgang genommen hat. $\left(\frac{600}{1}\right)$

Fig. 4. Radialschliff mit der Zersetzung durch *Polyporus mollis* Fr. *f. succinea*. $\left(\frac{200}{1}\right)$


3.
R
Pl
600/1
2.
R
Tr
Ph
Sp
600/1
4.
200/1
1.
Ms
54/1

TAFEL XII.

TAFEL XII.

Saprophytische Pilze im Holz.

Fig. 1. Horizontalschliff durch ein stark zersetztes Holz. Die einschichtigen Markstrahlen erweitern sich jedesmal im Sommerholz. Ein Markstrahl in der Mitte des Präparates ist durch einen Kernpilz aufgefressen; einige Hyphenreste des letzteren (*Ph*) liegen in dem nachträglich entstandenen Hohlraum. $\left(\frac{60}{1}\right)$

Fig. 2. Eine Partie aus der Mitte des vorigen Schliffes, bei stärkerer Vergrösserung. *Ph* sind die Hyphen des Kernpilzes; oben sind noch einige Wandreste von Strahlenzellen erhalten. Die Schliffebene weicht etwas von der Horizontalen ab. $\left(\frac{285}{1}\right)$

Fig. 3. Tangentialansicht eines Holzes in ähnlichem Zustand. Der mehrschichtige Markstrahl ist durch saprophytische Pilze nahezu vollständig zerstört; einzelne Reste desselben (*Ph*) liegen in dem Hohlraum. Durch den Schwindeprocess sind grössere Intercellularräume zwischen den Zellen der Markstrahlen (rechts und links unten im Dünnschliff) entstanden. *R* bezeichnet Risse, welche durch nachträgliches Zusammentrocknen hervorgegangen sind. $\left(\frac{285}{1}\right)$

Fig. 4. Radialansicht eines stark zersetzten Holzes mit dem zarten, farblosen Gewebe eines Pilzes aus der Verwandtschaft der Hypochnaceen. $\left(\frac{200}{1}\right)$

Fig. 5. Derselbe Dünnschliff. Schnallenbildung an einer Scheidewand der Hyphen dieses Pilzes. $\left(\frac{800}{1}\right)$

Fig. 6. Derselbe Dünnschliff. Hyphe mit fruchttragenden Aesten. $\left(\frac{800}{1}\right)$

Fig. 7. Derselbe Dünnschliff. Hyphe mit Schnallenbildung und fruchttragenden Aesten. $\left(\frac{800}{1}\right)$

Fig. 8. Tangentialansicht eines sehr stark zersetzten Holzes. Die Wandungen der Tracheïden erscheinen, in Folge der sehr zahlreichen Pilzlöcher, siebartig durchbrochen; viele derselben sind nachträglich erweitert. Später traten Risse auf, die oft von solchen Perforationen ihren Anfang nehmen. $\left(\frac{188}{1}\right)$



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL XIII.

TAFEL XIII.

Weitere Zersetzung des todten Holzes.

Fig. 1. Horizontalansicht eines stark zersetzten Astholzes. Infolge des Schwindeprocesses hat sich das Sommerholz tangential mehr zusammengezogen, als das Frühjahrsholz. Dementsprechend haben sich die Markstrahlen stets im Sommerholz erweitert. Der Schliff ist sehr wenig schief. $\left(\frac{68}{1}\right)$

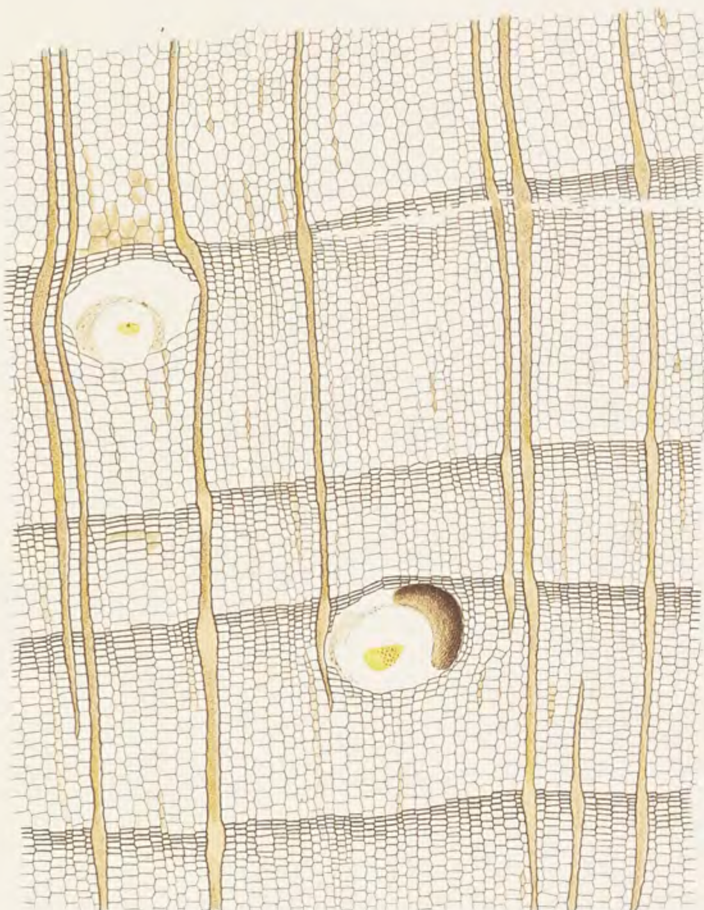
Fig. 2. Horizontalansicht eines durch Pilze (*Ph*) angegriffenen Holzes. Während des Schwindens hat sich die Membran der Strahlenzellen nicht ausgedehnt; daher sind Lücken (*L*) zwischen den Markstrahlen und den Tracheïden entstanden. $\left(\frac{216}{1}\right)$

Fig. 3. Tangentialansicht eines Holzes in demselben Stadium. Bei dem Schwindeprocess sind ähnliche Lücken (*L*) entstanden; zuweilen ist auch der Körper der Markstrahlen in sich zerrissen. $\left(\frac{75}{1}\right)$

Fig. 4. Horizontalansicht eines zersetzten Holzes mit Frasstellen von Sciarenlarven (*Fr*); die Gänge sind mit Kothballen erfüllt. $\left(\frac{65}{1}\right)$

Fig. 5. Eine Partie aus der Mitte des vorigen Bildes, bei stärkerer Vergrösserung. $\left(\frac{115}{1}\right)$

1.



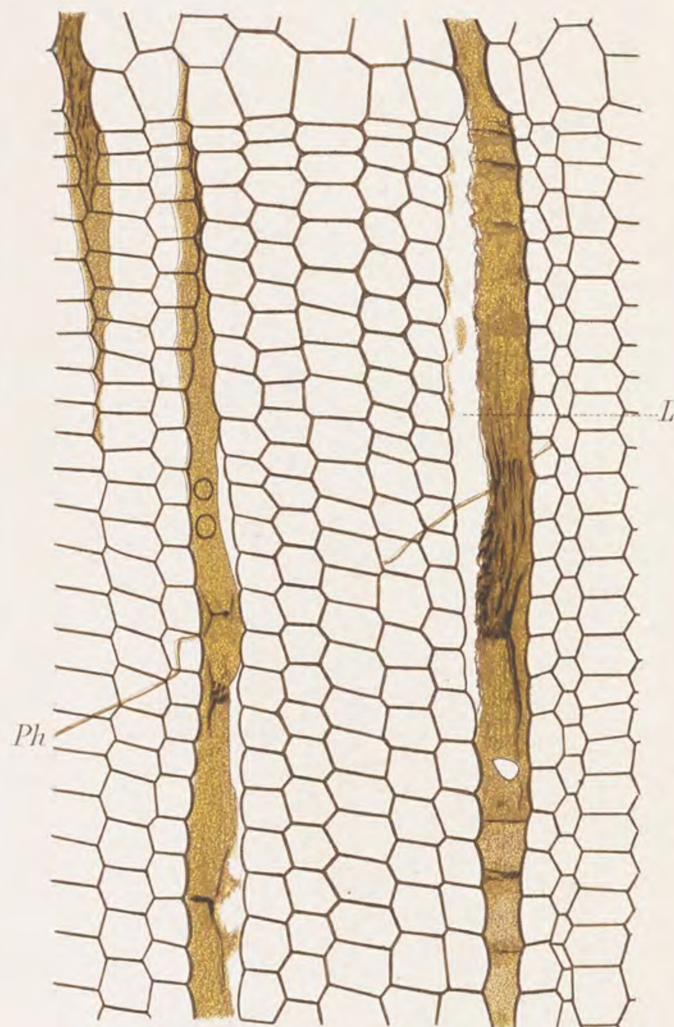
$\frac{68}{1}$

3.



$\frac{75}{1}$

2.



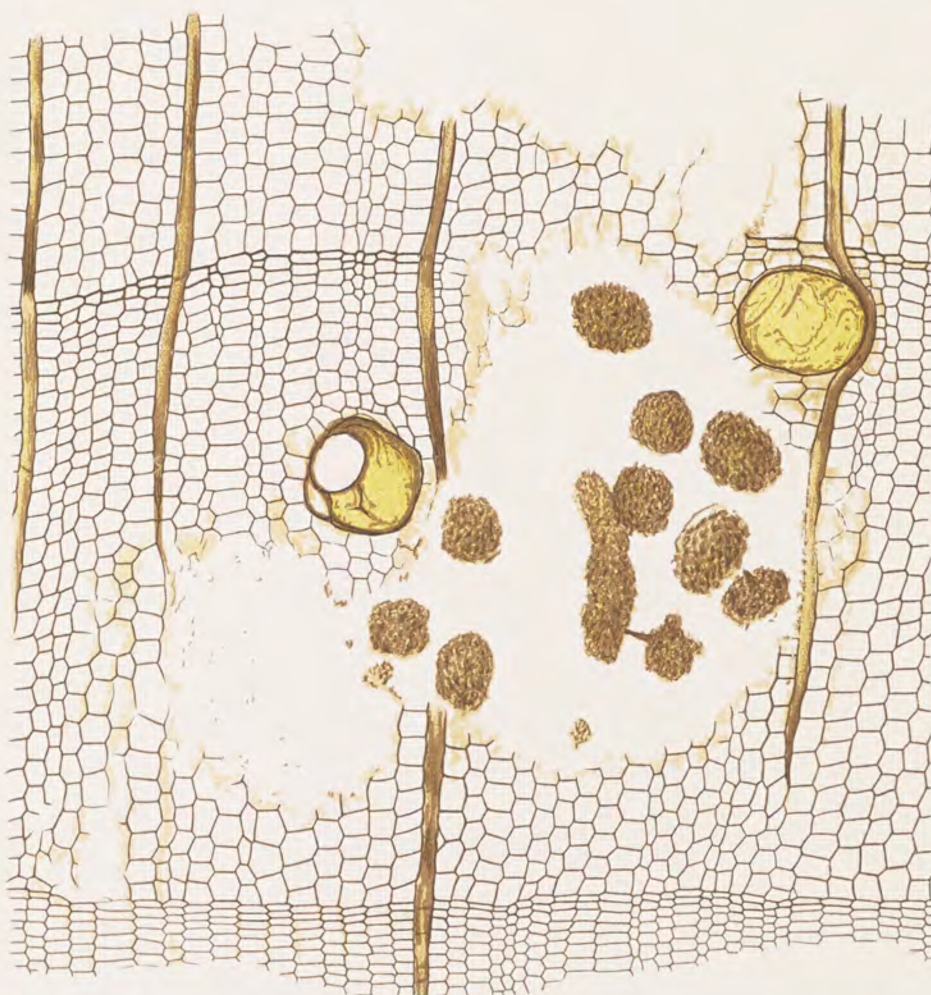
$\frac{216}{1}$

4.



$\frac{65}{1}$

5.



$\frac{115}{1}$

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL XIV.

TAFEL XIV.

Weitere Zersetzung des todten Holzes.

Fig. 1. Horizontalansicht eines Holzes mit Folgen des Schwindeprocesses. Die Intercellularen, zumal an der Grenze der Jahresringe (*J*), haben sich vergrössert, und die Markstrahlen im Sommerholz tangential erweitert. $\left(\frac{220}{1}\right)$

Fig. 2. Horizontalansicht eines anderen Holzes, in welchem Lücken im Tracheïdengewebe und mitten durch den Markstrahl (*L*) gebildet sind. $\left(\frac{216}{1}\right)$

Fig. 3. Horizontalansicht. *L* bezeichnet Lücken, welche durch Zerreissen der Tracheïden selbst entstanden sind. $\left(\frac{60}{1}\right)$

Fig. 4. Tangentialansicht. *L* ebenso. $\left(\frac{72}{1}\right)$

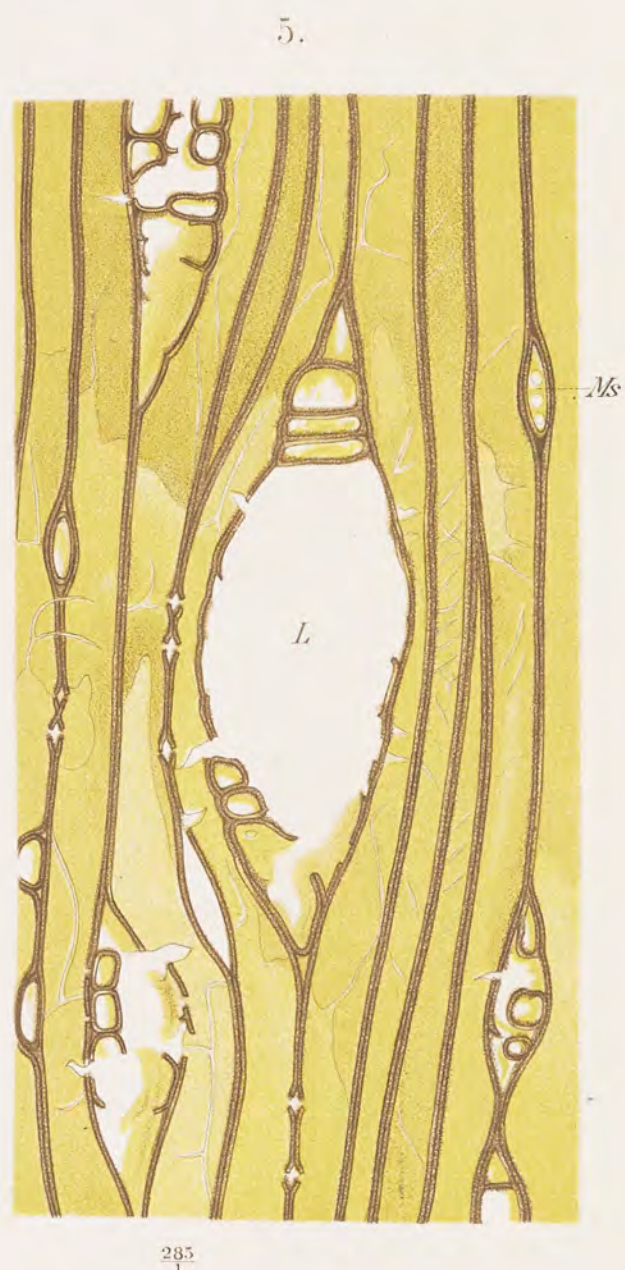
Fig. 5. Tangentialansicht eines stark angegriffenen Holzes. Durch den Schwindeprocess sind die Lumina der Zellen kleiner und die Intercellularen grösser geworden, was namentlich bei den Zellen der Markstrahlen zum Ausdruck gelangt. *L* ist eine durch Zerstörung des Markstrahles und durch Verringerung des Lumens der benachbarten Längstracheïden entstandene Lücke. Die Wandungen der Tracheïden sind von vielen Rissen durchzogen. *Ms* ist ein einschichtiger Markstrahl, der aus einer einzigen Quertracheïde besteht; die horizontalen, leistenartigen Verdickungen sind sichtbar. $\left(\frac{285}{1}\right)$

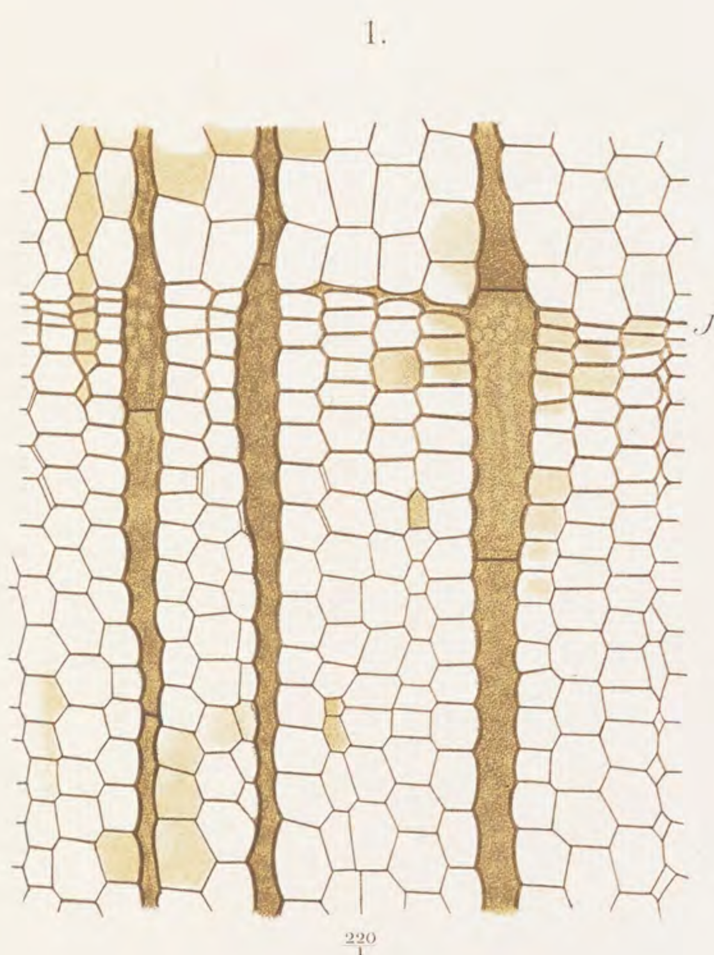
Fig. 6. Radialansicht. Die Parenchymzellen des Markstrahles zeigen eine sehr wechselnde Durchbrechung der Wand: 1 bis 4 Tüpfel über einer Längstracheïde. Zufolge starker Zersetzung haben sich die Intercellularen zwischen den Parenchymzellen zu grossen Lücken (*L*) erweitert. $\left(\frac{280}{1}\right)$

Fig. 7. Radialansicht. Die Zwischenwände benachbarter Tüpfel auf der radialen Wand der Markstrahlen sind theilweise resorbirt, theilweise zerrissen. $\left(\frac{525}{1}\right)$

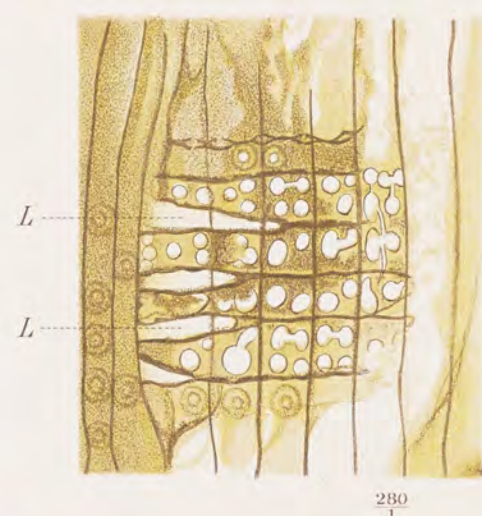


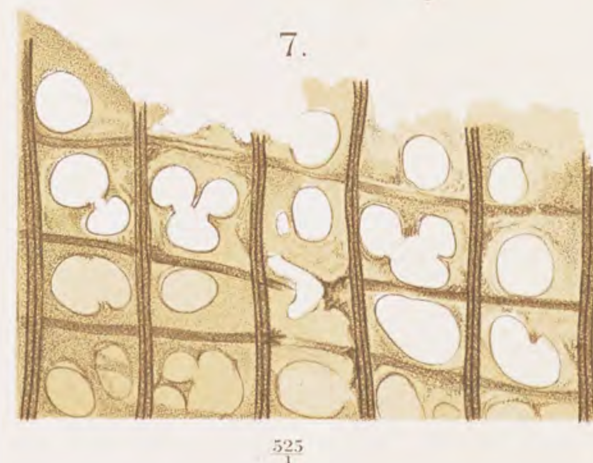












Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL XV.

TAFEL XV.

Abnorme Harzbildung, Zersetzungserscheinungen.

Fig. 1. Ein Stück Wurzelholz, welches zufolge starker Zersetzung bläulich-schwarz gefärbt ist. Die verticalen Harzgänge erscheinen weit, da immer mehrere dicht bei einander liegen. Sammlung O. Helm. $(\frac{1}{1})$

Fig. 2. Längsansicht eines zweiten, ähnlichen Stückes. Die Harzgänge erscheinen auf der Längsfläche unterbrochen, da sie nicht gerade, sondern wurmförmig gekrümmt verlaufen. Sammlung O. Helm. $(\frac{1}{1})$

Fig. 3. Astholz mit linsenförmigen Harzgallen, welche aus abnormem Holzparenchym hervorgegangen sind. $(\frac{1}{1})$

Fig. 4. Astholz im Zustand starker Succinose. Infolge Umwandlung eines abnormen Ringparenchyms in Harz, ist die Rinde (*R*) abgehoben und von letzterem eingeschlossen. $(\frac{1}{1})$

Fig. 5. Holzsplitter, welche Baumschlag oder Windbruch ihre Entstehung verdanken, in Succinit. $(\frac{1}{1})$

Fig. 6. Dünne Tangentiallamelle, auf der Oberseite vergraut, im Succinit eingeschlossen. $(\frac{1}{1})$

Fig. 7. Aehnliche Lamelle im Succinit. $(\frac{1}{1})$

Fig. 8. Bernsteinholz mit der Zersetzungserscheinung von *Polyporus vaporarius* Fr. Sammlung der Kgl. Preuss. Geologischen Landesanstalt in Berlin. $(\frac{1}{1})$

Fig. 9. Bernsteinholz mit der Zersetzungserscheinung von *Trametes Pini* Fr. Sammlung der Königl. Preuss. Geologischen Landesanstalt in Berlin. $(\frac{1}{1})$

Fig. 10. Bernsteinholz mit Frasstellen von Buprestiden (*Fr*) aus der Verwandtschaft von *Anthaxia*. $(\frac{1}{1})$



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL XVI.

TAFEL XVI.

Zersetzungserscheinungen des todten Holzes. Blätter.

Fig. 1. Der auf Taf. XV. Fig. 5 abgebildete Holzsplitter im Succinit, bei stärkerer Vergrösserung. $\left(\frac{3}{1}\right)$

Fig. 2. Dünne, tangentiale Holzlamelle mit der Erscheinung der Vergrauung im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$

Fig. 3. Eine Partie desselben Stückes, bei starker Vergrösserung. Die abgelösten Enden der Tracheïden sind zum Theil mit Luft gefüllt und geschrumpft. Die Oberfläche der Lamelle ist mit Mycel und Spinnweben überzogen. $\left(\frac{50}{1}\right)$

Fig. 4. Junger Zweig mit Rinde und Blattpolstern im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$

Fig. 5. Derselbe bei sechsfacher Vergrösserung.

Fig. 6. Ein Theil desselben in 30facher Grösse.

Fig. 7. Ein Theil desselben in 60facher Grösse.

Fig. 8. Nadelpaar von *Pinus silvatica* Goepp. & Menge. char. ref. im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$

Fig. 9. Theil der Oberfläche einer Nadel. $\left(\frac{80}{1}\right)$

Fig. 10. Nadelpaar von *Pinus baltica* Conw. im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$

Fig. 11. Theil der Aussenseite einer Nadel. $\left(\frac{80}{1}\right)$

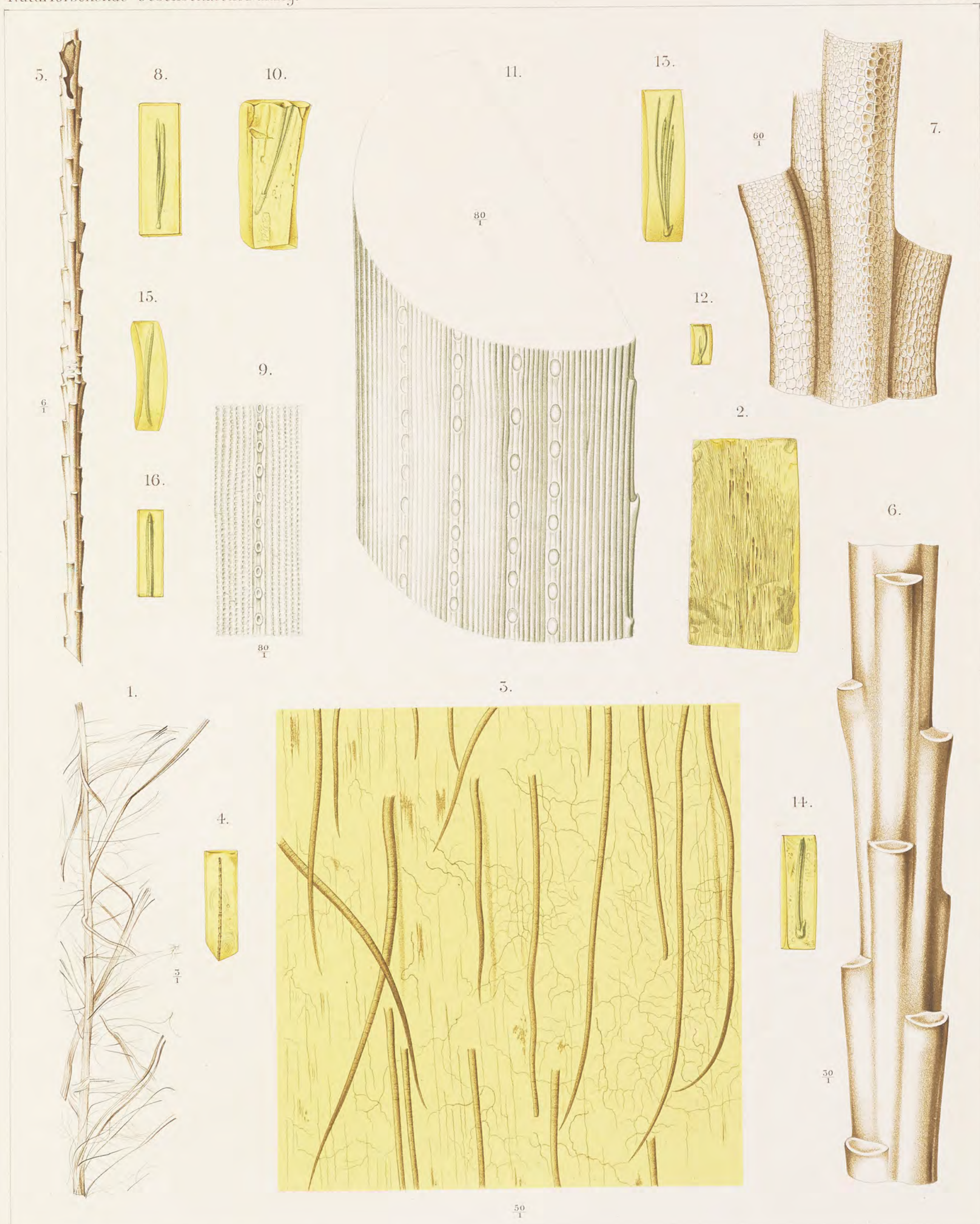
Fig. 12. Nadelpaar von *Pinus banksianoides* Goepp. & Menge. char. ref. im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$

Fig. 13. Nadelbüschel von *Pinus cembrifolia* Casp. char. ref. im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$

Fig. 14. Anderes Nadelbüschel derselben Art im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$

Fig. 15. Nadel von *Picea Engleri* Conw. im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$

Fig. 16. Andere Nadel derselben Art im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL XVII.

TAFEL XVII.

Blätter.

Fig. 1. Nadelpaar von *Pinus silvatica* GOEPP. et MENGE char. ref. (Taf. XVI. Fig. 8), in fünffacher Grösse.

Fig. 2. Nadelpaar von *Pinus baltica* CONW. (Taf. XVI. Fig. 10), in fünffacher Grösse.

Fig. 3. Nadelpaar von *Pinus banksianoides* GOEPP. et MENGE char. ref (Taf. XVI. Fig. 12), in fünffacher Grösse.

Fig. 4. Dasselbe Nadelpaar, von der anderen Seite gesehen, in fünffacher Grösse.

Fig. 5. Theil der Innenfläche der längeren Nadel, bei achtzigfacher Vergrösserung.

Fig. 6. Nadelbüschel von *Pinus cembrifolia* CASP. char. ref. (Taf. XVI. Fig. 13), in fünffacher Grösse.

Fig. 7. Theil der Innenfläche, nahe der Spitze, in achtzigfacher Grösse.

Fig. 8. Anderes Nadelbüschel von *Pinus cembrifolia* CASP. char. ref. (Taf. XVI. Fig. 14), in fünffacher Grösse.

Fig. 9. Dasselbe von einer anderen Seite, in fünffacher Grösse; an der Basis erkennt man eine Lücke, in welcher zwei Nadeln gesessen haben.

Fig. 10. Theil der Innenfläche einer Nadel bei achtzigfacher Vergrösserung.

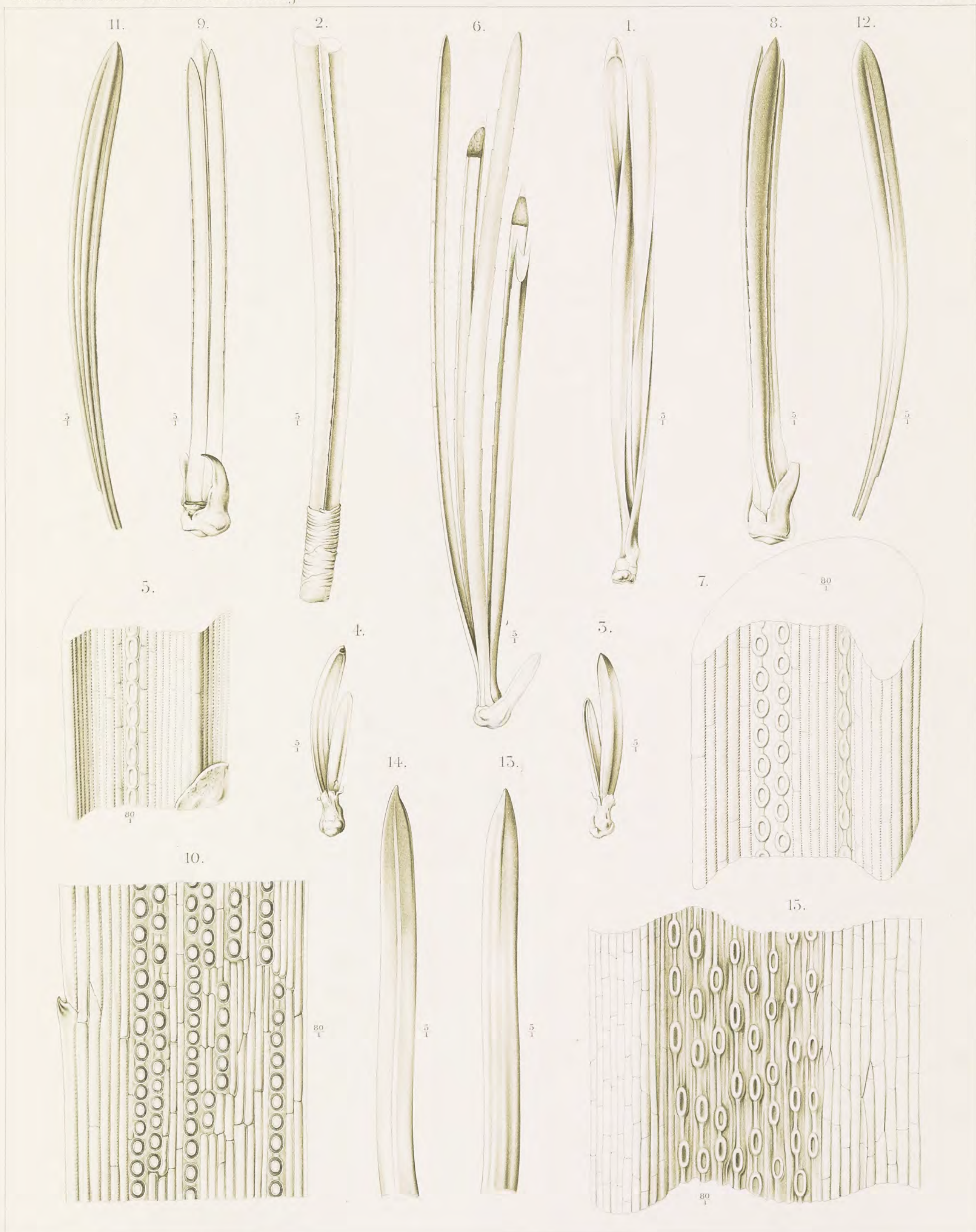
Fig. 11. Nadel von *Picea Engleri* CONW. (Taf. XVI. Fig. 15), von der Oberseite gesehen, in fünffacher Grösse.

Fig. 12. Dieselbe von der Unterseite, in fünffacher Grösse.

Fig. 13. Andere Nadel von *Picea Engleri* CONW. (Taf. XVI. Fig. 16) von der Oberseite, in fünffacher Grösse.

Fig. 14. Dieselbe von der Unterseite, in fünffacher Grösse.

Fig. 15. Theil der Oberfläche dieser Nadel in achtzigfacher Vergrösserung.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

TAFEL XVIII.

TAFEL XVIII.

Blüten.

Fig. 1. Männliche Blüte von *Pinus Reichiana* (GOEPP. & BER.) CONW. im Succinit. KORN'sches Exemplar aus der Sammlung des Gymnasiums zu Gera. $\left(\frac{1}{1}\right)$

Fig. 2. Dieselbe von der nämlichen Seite, in fünffacher Grösse.

Fig. 3. Dieselbe von der entgegengesetzten Seite, in fünffacher Grösse.

Fig. 4. Ein, im unteren Theil ergänztes, Staubgefäss aus dieser Blüte. $\left(\frac{30}{1}\right)$

Fig. 5. Partie aus einer anderen männlichen Blüte von *Pinus Reichiana* CONW. BERENDT'sches Exemplar im Königl. Museum für Naturkunde zu Berlin. $\left(\frac{30}{1}\right)$

Fig. 6-8. Einzelnes Staubgefäss derselben Species, mit geöffneten Antheren, im Succinit. Verschiedene Ansichten. $\left(\frac{15}{1}\right)$

Fig. 9. Anderes Staubgefäss derselben Species im Succinit. $\left(\frac{15}{1}\right)$

Fig. 10. Männliche Blüte von *Pinus Schenkii* CONW. im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$

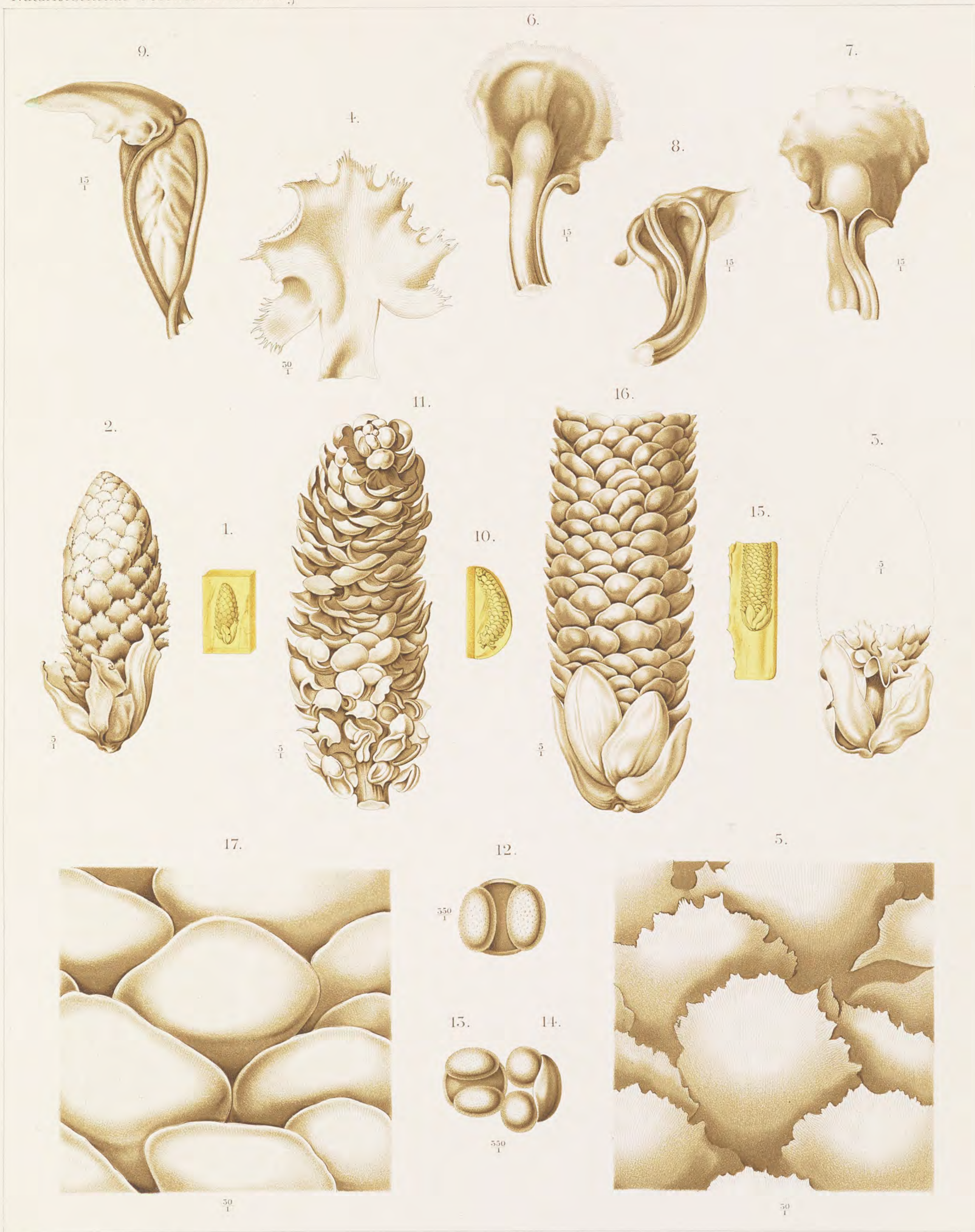
Fig. 11. Dieselbe Blüte, von der linken, ebenen Fläche gesehen, in fünffacher Grösse.

Fig. 12-14. Pollenkörner aus einem Stück Succinit. $\left(\frac{350}{1}\right)$

Fig. 15. Weibliche Blüte von *Pinus Kleinii* CONW. im Succinit. $\left(\frac{1}{1}\right)$

Fig. 16. Dieselbe in fünffacher Grösse.

Fig. 17. Partie aus derselben Blüte, bei 30facher Vergrösserung.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

